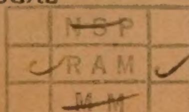
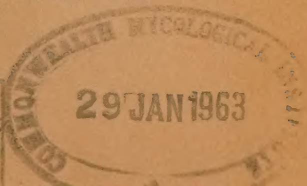
AGRONOMIA LUSITANA

VOL. 23 — N.º 3
1961



ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL
SACAVÉM
PORTUGAL





ÉTUDES MACARONÉSIENNES

I. GÉOGRAPHIE DES CRYPTOGAMES VASCULAIRES

PAR *PIERRE DANSEREAU*
(New York Botanical Garden)

LA flore et la végétation de la Macaronésie présentent un intérêt hors de proportion avec leur faible étendue. Ces archipels nous apparaissent comme un réservoir de végétation tertiaire plus ou moins intacte. La constance du climat océanique, de même que la diversité des influences qui s'y sont fait sentir dans le passé, nous permettent une étude des plus profitables. J'avais entrevu là un terrain d'élection pour l'application de certains critères d'analyse fonctionnelle de la végétation que j'ai mis à l'essai au cours des années 1950-1960 (voir tout spécialement DANSEREAU, 1961). Mon ancien élève et collaborateur KORNELIUS LEMS (1958, 1960) a déjà apporté une importante contribution dans ce sens.

La présente série comportera donc plusieurs essais d'étalonnage de la flore et d'analyse fonctionnelle de divers types de végétation. Le tout sera orienté vers une meilleure compréhension de l'évolution et de la migration des espèces replacées dans le cadre des bioclimats et plus immédiatement des associations dont elles font partie. La variation et les variétés du potentiel héréditaire et le *modus-operandi* de la sélection naturelle, à mon avis, ne sauraient être compris si l'on ne tient pas compte du *cadre écologique*. Je me suis expliqué assez longuement à ce sujet dans des ouvrages antérieurs (1952, 1958).

Les quatre archipels macaronésiens comptent 88 taxons de Fougères, Lycopodes, Isoëtes et Prêles. Certaines espèces sont communes aux Açores, à Madère, aux Canaries et aux Iles du Cap Vert; quelques-unes sont endémiques de la Macaronésie, d'autres sont restreintes à un seul archipel ou même à une seule île, mais un bon nombre ont une très vaste distribution. Le but de la présente communication est de co-ordonner et d'offrir un essai d'interprétation de ces distributions.

Pour établir la liste qui suit, toutes les flores macaronésiennes et les monographies des « ptéridophytes » de ces régions ont été étudiées. De plus, un effort spécial a été fait pour retracer tous les travaux floristiques ou phytogéographiques se rapportant aux îles de l'Atlantique sud aussi bien que de l'Atlantique nord. La bibliographie qui suit le présent texte en rend compte suffisamment pour que je me dispense d'énumérer ici ces nombreux ouvrages. Il convient de noter toutefois que les monographies suivantes ont été ma principale source d'informations: Lindinger (1926), Chevalier (1935), Palhinha (1943), Romariz (1953), Lems (1960).

Le présent mémoire a pu être entrepris grâce à deux octrois de la National Science Foundation (Washington) qui m'ont permis un séjour d'un mois et demi aux Canaries (septembre-octobre 1954) et un semestre sabbatique (printemps 1955) à l'Université du Michigan. Grâce à l'aide du Conseil National de Recherches du Canada (alors que j'étais à l'Université de Montréal) et à la Junta Geral de l'Île de Madère, j'ai fait un bref séjour aux Açores et à Madère en 1960. Plusieurs spécialistes ont bien voulu me conseiller et me renseigner en ce qui concerne la nomenclature, l'identité et la distribution des plantes dont il est question ici: E. R. S. Sventenius (La Orotava, Ténériffe), Carlos Romariz (Université de Lisbonne), Kornelius Lems (Goucher College, Maryland), Marcel Raymond (Jardin Botanique de Montréal). Je suis tout particulièrement reconnaissant à Conrad Morton (United States National Herbarium, Washington), qui a bien voulu annoter en détail une version précédente de mon manuscrit et m'offrir de nombreuses informations nouvelles.

A. R. Pinto da Silva a revu le manuscrit final et m'a proposé plusieurs corrections très heureuses et dont je lui suis très reconnaissant.

Liste annotée des espèces

Ci-après, les noms des 88 taxons mentionnés par les auteurs pour au moins une des îles d'un des archipels en question sont donnés, accompagnés de leur nom d'auteur. L'ordre de présentation (1 à 88) est celui de Copeland (1947) dont les désignations génériques ont aussi été adoptées, sauf dans les cas de *Vandenboschia* et de *Lastraea* qui sont rejetés en faveur de *Trichomanes* et de *Thelypteris* et dans le cas aussi de *Diplazium* qui est maintenu

pour certains *Asplenium*. Sur la première ligne, chaque nom reconnu correct est donné, avec son auteur, suivi du nombre diploïde des chromosomes là où il est connu (la principale source, ici, est le livre de MANTON, 1950, et les comptages, sauf pour les endémiques n'ont pas forcément été faits sur des individus macaronésiens). Les endémiques sont toutes en caractères italiques gras. Les autres, qui sont reconnues indigènes dans au moins un des archipels sont en italiques, cependant que les espèces en caractères romains ordinaires ne se rencontrent en Macaronésie que comme plantes naturalisées. Dans les lignes suivantes on cite les synonymes, particulièrement ceux que ont été employés par les floristes. En suite, on indique la distribution générale ou tout au moins l'occurrence en-dehors de la Macaronésie (là où j'ai pu l'établir) ([1]). La dernière ligne rapporte:

1) la distribution macaronésienne (*Mac.* signifie que la plante est présente dans les quatre archipels; cependant que *A* représente les Açores; *M,* Madère; *C,* les Canaries; et *V,* les Îles du Cap Vert); et
2) le type de distribution géographique ainsi qu'il figure au Tableau I (avec son numéro entre parenthèses).

Une astérisque accompagnant l'un des symboles ou noms géographiques indique que la plante est naturalisée à cet endroit.

La liste suivante offre donc une compilation de ces informations. On trouvera plus loin une discussion qui porte surtout sur les affinités géographiques.

1. *Psilotum nudum* (L.) BEAUV. (2n = 100-200)

   P. triquetrum SW.

   V . . . . *Tropical-subtropical* (21)

2. *Equisetum ramosissimum* DESF. (2n = 216?)

   E. ramosissimum var. *subverticillatum* A. BR. & MILDE; *E. incanum* VAUCH.; *E. ramosissimum* var. *incanum* (VAUCH.) MILDE

   ACV . . . . *Circumboréal* (12)

([1]) Il ne m'a pas semblé utile de relater avec précision la distribution de la plupart des espèces très répandues qui ne seront désignées ici que par leur *type*.

3. *Equisetum Telmateia* EHRH. ($2n = 216$?)
E. fluviatile Auct., *non* L.; *E. maximum* Auct., *non* LAM.
AM . . . . *Circumboréal* (12)

4. ***Selaginella azorica*** BAKER
A . . . . *Açoréen* (1)

5. *Selaginella denticulata* (L.) LINK ($2n = 18$)
Méditerranée.
MC . . . . *Macaronésien-méditerranéen* (9)

6. *Selaginella Kraussiana* (KUNZE) A. BR.
Europe*, Afrique tropicale et du Sud.
*AM** . . . . *Macaronésien-africain* (10)

7. *Lycopodium cernuum* L.
A . . . . . *Subcosmopolite-tropical-tempéré chaud* (16)

8. ***Lycopodium madeirense*** J. H. WILCE
L. complanatum L. ssp. *anceps* (WALLR.) ASCH. (PALHINHA, 1943).
AM . . . . *Macaronésien* (5)

9. *Lycopodium inundatum* L. ($2n = 156$) ([1])
A . . . . *Subcosmopolite-tempéré* (9)

10. ***Lycopodium Selago*** **L. ssp.** ***suberectum*** (LOWE) ROMARIZ
L. suberectum LOWE
AM . . . . *Macaronésien* (5)

11. *Lycopodium tristachyum* PURSH ([2])
Europe temperée et septentrionale, Amérique du Nord, Asie Mineure.
MV . . . . . . *Subcosmopolite-subtropical-tempéré* (15)

12. ***Isoetes azorica*** DUR.
I. lacustre WATS., *non* L.
A . . . . *Açoréen* (1)

([1]) Est cité par TARDIEU-BLOT (1946) et par ALLORGE & V. ALLORGE (1946). Madame TARDIEU-BLOT (*in litt.*, 1962) me dit qu'ALSTON a vu le spécimen et l'attribue à l'espèce suivante.

([2]) La présence de cette espèce est très douteuse.

13. *Ophioglossum costatum* R. BR. [1]

O. pedunculosum DESV.; *O. cuspidatum* MILDE; *O. vulgatum* L. var. *cuspidatum* MILDE; *O. fibrosum* SCHUM.

Abyssinie, Afrique centrale, méridionale et occidentale, Madagascar, Nubie, Ceylan, Indes, Sumatra.

V . . . *Macaronésien-méditerranéen-africain-asiatique* (11)

14. *Ophioglossum lusitanicum* L. ssp. *lusitanicum* ($2n = 250$-260)

O. Braunii PRANTL; *O. lusitanicum* L, *s. str.*

Islande, Europe atlantique, Méditerranée, Algérie, Guinée, Afghanistan, S.te-Hélène, Nouvelle-Calédonie, Nouvelle-Zélande.

Mac. . . . . . *Macaronésien-atlantique méditerranéen* (8)

15. *Ophioglossum polyphyllum* A. BR.

O. lusitanicum Auct., *non* L.; *O. vulgatum* var. *cuspidatum* MILDE; *O. vulgatum* var. *polyphyllum* (A. BR.) C. CHR.

Europe nord-atlantique

Mac. . . . . *Macaronésien-européen-atlantique* (7)

16. *Ophioglossum reticulatum* L. ($2n = 200$-400) [2]

Afrique tropicale occidentale, Mascareignes, Ceylan, Indes, Chine, Japon, Corée, Luzon, Samoa, Carolines, Île de Pâques, Galapagos, Antilles, Amérique Central et du Sud

MV . . . . *Tropical* (20)

17. *Ophioglossum vulgatum* L. ($2n = 500$-520)

AM . . . . *Circumboréal* (12)

18. *Botrychium Lunaria* (L.) Sw. ($2n = 90$)

A . . . . *Subcosmopolite-tempéré* (13)

19. *Osmunda regalis* L. ($2n = 44, 65, 88$)

AV . . . . . . *Subcosmopolite-subtropical-tempéré* (15)

---

[1] Nomenclature d'après CLAUSEN (1954), non CLAUSEN (1938).

[2] N'est pas mentionné à Madère par ROMARIZ (1953).

20. *Hymenophyllum tunbridgense* (L.) J. E. SMITH ($2n = 26$) (1)

Trichomanes tunbridgense L.

Europe atlantique et méridionale, Afrique du Sud, Jamaïque, Vénézuela, Chili, Terre-de-Feu, Tristan da Cunha, Australie tempérée, Tasmanie, Nouvelle-Zélande.

AMC . . . . . *Subcosmopolite-subtropical-tempéré* (15)

21. *Hymenophyllum Wilsonii* HOOK. ($2n = 36$)

H. tunbridgense var. *Wilsoni* HOOK. & BAK.; *H. unilaterale* Auct., *non* BORY

Trichomanes peltatum POIR.

Europe atlantique.

AMC . . . . . . *Macaronésien-européen-atlantique* (7)

22. *Trichomanes speciosum* WILLD. ($2n = 144$) (2)

T. hibernicum SPRENG.; *T. radicans* Auct.

Europe atlantique, Afrique occidentale tropicale, Japon, Chine, Himalaya, Birmanie.

AMC . . . . *Subcosmopolite-tropical-tempéré chaud* (16)

23. ***Culcita macrocarpa*** PRESL.

Balantium Culcita KAULF.

Dicksonia Culcita L'HÉRIT.

Portugal*

AMC . . . . *Macaronésien* (5)

24. *Pteridium aquilinum* (L.) KUHN ($2n = 104$)

Eupteris aquilina NEWM.

Pteris aquilina L.; *P. caudata* Auct., *non* L.

Pteridium aquilinum var. *lanuginosum* (BORY) LUERSS.

Mac. . . . . *Cosmopolite* (21)

25. *Pteris arguta* AIT.

Maroc, Portugal*, Grèce

AMC . . . . *Macaronésien-méditerranéen* (9)

---

(1) La distribution australe est fort douteuse. ALLAN (1961) ne reconnaît pas l'espèce en Nouvelle-Zélande.

(2) Il semble que les ptéridologues n'ont guère suivi COPELAND (1947) pour l'adoption du genre *Vandenboschia*.

26. Pteris cretica L. ($2n = 58\text{-}240$)
*A*V?* . . . . *Subcosmopolite-tropical-tempéré chaud* (16)

27. Pteris multifida POIR.
Pteris serrulata L. f.
*A*M*C** . . . . *Asiatique oriental* (24)

28. Pteris tremula R. BR.
Australie, Tasmanie, Nouvelle-Zélande, Île Norfolk, Afrique méridionale.
*A*M*C?*. . . . . *Austrafricain* (26)

29. *Pteris vittata* L.
Pteris longifolia Auct., *non* L.; *Pteris caudata* LINK *in* L. VON BUCH, *non* L.
Méditerranée, Afrique méridionale et occidentale, Chine, Japon, Asie tropicale, Australie, Polynésie, Nouvelle--Zélande, Madagascar.
*A*M*CV* . . . *Subcosmopolite-tropical-tempéré chaud* (16)

30. *Cheilanthes Marantae* (L.) COPEL.
Acrostichum canariense WILLD.; *A. Marantae* L.; *A. subcordatum* CAV
Notholaena marantae (L.) R. BR.; *N. canariensis* DESV.
Gymnogramme Marantae (L.) METT.
Méditerranée-Himalaya, Yunnan, Abyssinie.
MCV . . *Macaronésien-méditerranéen-africain-asiatique* (11)

31. *Cheilanthes pteridioides* (REICHDT.) C. CHR.
C. fragrans (L.) HOOK. var. *maderensis* LOWE; *C. fragrans* WEBB & BERTH., *non* SWARTZ; C. *maderensis* LOWE
Polypodium fragrans L.; *P. pteridioides* REICHDT.
Méditerranée-Himalaya, Afghanistan
AMC . . *Macaronésien-méditerranéen-africain-asiatique* (11)

32. ***Cheilanthes pulchella*** BORY *ex* WILLD.
C. fragrans (L.) HOOK. var. *pulchella* (BORY) KUNZE; *C. guanchica* BOLLE
C . . . . *Canarien* (3)

33. *Notholaena lanuginosa* (DESF.) DESV.

Acrostichum lanuginosum DESF.; *A. velleum* AIT.
Notholaena vellea (Ait.) DESV., *non* R. BR.

Méditerranée, Nubie-Himalaya, Afghanistan.

MCV . . *Macaronésien-méditerranéen-africain-asiatique* (11)

34. *Pellaea Calomelanos* (SWARTZ) LINK

P. hastata PRANTL, *non* LINK; *P. hastata* var. *minor* BOLLE

Abyssinie, Afrique méridionale, Réunion, Soudan, Angola, Himalaya, Yunnan.

V . . . *Macaronésien-méditerranéen-africain-asiatique* (11)

35. *Pellaea quadripinnata* (FORSK.) PRANTL

Afrique méridionale, Ouganda, Arabie, Mascareignes.

V . . . . *Macaronésien-africain* (10)

36. *Pellaea viridis* (FORSK.) PRANTL

P. hastaefolia (L. f.) SCHRAD.; *P. adiantoides* BORY
Cheilanthes macrophylla KUNZE

Angola, Abyssinie, Mascareignes.

A?C?V . . . . *Macaronésien-africain* (10)

37. *Actiniopteris australis* (L. f.) LINK

Asie tropical, Afrique méridionale et Îles, Angola, Soudan, Méditerranée.

V . . . *Macaronésien-méditerranéen-africain-asiatique* (11)

38. Pityrogramma Calomelanos (L.) LINK.

Amérique tropicale, Afrique occidentale, Natal.

*A**. . . . . *Tropical* (10)

39. *Anogramma leptophylla* (L.) LINK

Grammitis leptophylla SWARTZ
Gymnogramme leptophylla DESV.
Polypodium leptophyllum L.

Mac. . . . . . . *Subcosmopolite-subtropical-tempéré* (15)

40. *Adiantum Capillus-veneris* L. (2n = 60) ([1])
Mac. . . . . . . *Subcosmopolite-subtropical-tempéré* (15)

41. Adiantum hispidulum Swartz ([2])
*A**. . . . . *Pantropical-tempéré* (22)

42. *Adiantum incisum* Forsk.
A. Capillus-gorgonis Webb; *A. caudatum* Auct., *non* L.; *A. caudatum* L. var. *Capillus-gorgonis* (Webb) P. Cout.
Afrique tropicale, Asie, Nouvelles Hébrides.
V . . . . *Paléotropical* (18)

43. *Adiantum philippense* L.
A. lunatum Cav.; *A. lunulatum* Burm.
V . . . . *Tropical* (20)

44. ***Adiantum reniforme*** L. (2n = 300)
A. asarifolium Willd.; *A. orientale* Bory
MCV . . . . *Macaronésien* (5)

45. *Davallia canariensis* (L.) J. E. Smith
Trichomanes canariensis L.
Maroc, Portugal, Espagne.
MCV . . . . *Ibéro-macaronésien* (6)

46. *Nephrolepis undulata* (Afzel. *ex* Swartz) J. E. Smith. ([3])
N. cordifolia Auct., *non* Presl
V . . . . *Macaronésien-africain* (10)

47. Cyathea contaminans (Hook.) Copel. ([4])
*A** . . . . *Asiatique tropical* (23)

([1]) Chevalier (1935) cite aussi le var. *trifidum* (Willd.) Béguin.

([2]) Cité uniquement par Tardieu-Blot (1946), pas par Palhinha (1943). Madame Tardieu-Blot (*in litt.*, 1962) a vu un spécimen trouvé par Allorge.

([3]) Romariz (1953) cite aussi le *N. cordifolia* (L.) Presl comme échappé de culture à Madère.

([4]) Cité uniquement par Tardieu-Blot (1946), d'après un renseignement d'Allorge, bien qu'il n'y ait aucun spécimen dans l'herbier du Muséum National d'Histoire Naturelle (Tardieu-Blot, *in litt.*, 1962).

48. Polystichum acrostichoides (MICHX.) SCHOTT.

Aspidium acrostichoides (MICHX.) SWARTZ

Amérique nord-orientale.

*A** . . . . *Nord-américain oriental* (26)

49. *Polystichum aculeatum* (L.) ROTH (2n = 164) [1]

Polypodium aculeatum L.

AMC . . . . *Subcosmopolite-tempéré chaud* (14)

50. ***Polystichum drepanum*** (SWARTZ) PRESL.

Aspidium drepanum SWARTZ
Polypodium drepanum LOWE

M . . . . *Madérien* (2)

51. Polystichum falcatum (L.f.) DIELS.

*A**. . . . . *Tropical-subtropical* (19)

52. ***Polystichum falcinellum*** (SWARTZ) PRESL (2n = 328)

Aspidium falcinellum SWARTZ
Polystichum maderense JOHNNS.; *P. falcinellum* var. *subpinnatum* MILDE

M . . . . *Madérien* (2)

53. *Polystichum setiferum* (FORSK.) WOYNAR (2n = 82)

Aspidium aculeatum Auct., *non* SWARTZ; *A. aculeatum* (L.) SWARTZ var. *angulare* (KIT.) GREN.; *A. angulare* KITAIB. in WILLD., *non* SMITH
Polystichum aculeatum var. *falcinelliforme* BAKER *ex* MENEZES; *P. aculeatum* Auct., *non* ROTH; *P. angulare* PRESL

AMC . . . . *Paléotropical témpéré* (17)

54. ***Polystichum Webbianum*** (A. BR.) C. CHR.

Aspidium frondosum LOWE; *A. Webbianum* A. BR.
Polystichum frondosum J. SMITH

M . . . . *Madérien* (2)

---

[1] ROMARIZ (1953) cite cette espèce à Madère, mais PALHINHA (1943) renvoie à *P. setiferum*, ainsi que LEMS (1960). MORTON *(in litt.)* est de cet avis. TARDIEU-BLOT (1946) donne *AMC* mais ultérieurement (*in litt.*, 1962) le renvoie à *P. setiferum*.

55. *Elaphoglossum hirtum* (SWARTZ) C. CHR.

Acrostichum hirtum SWARTZ; *A. paleaceum* HOOK. & GREV.; *A. squamosum* SWARTZ
Elaphoglossum squamosum (SWARTZ) J. SMITH

AM . . . . *Tropical* (20)

56. *Dryopteris aemula* (AIT.) O. KTZE. (2n = 82)

Aspidium aemulum SWARTZ
Nephrodium aemulum BAK.; *N. foenisecii* LOWE; *N. spinulosum* var. *aemulum* HOOK.
Polypodium aemulum AIT.

Europe atlantique.

AM . . . . *Macaronésien-européen-atlantique* (7)

57. ***Dryopteris Aitoniana*** PICHI-SERMOLLI

Aspidium elongatum SWARTZ
Dryopteris elongata CHEV., *non* KUNTZE; *D. Filix-mas* Auct., *non* SCHOTT.; *D. macaronesica* ROMARIZ
Polypodium elongatum AIT.
Tectaria elongata CAV.

MC . . . . *Macaronésien* (5)

58. ***Dryopteris Borreri*** NEWM. var. ***affine*** (LOWE) MENEZES (2n = 82, 226) [1]

Aspidium affine LOWE
Dryopteris Borreri var. *atlantica* VON TAVEL; *D. elongata* var. *simplex* CHEV.

MV . . . . *Macaronésien* (5)

59. *Dryopteris crenata* (FORSK.) O. KTZE.

V . . . . *Paléotropical* (18)

---

(1) Les trois espèces, *D. oligodonta*, *D. Aitoniana* et *D. Borreri* (cités aussi, et erronément comme *D. paleacea*) ont été confondues et citées par divers auteurs comme *D. Filix-mas*. Le type de cette espèce n'est pas présent en Macaronésie.

60. *Dryopteris dilatata* (HOFFM.) A. GRAY ($2n = 82$) (1)

Aspidium dilatatum J. E. SMITH; *A. spinulosum* forma *maderense* MILDE
Nephrodium dilatatum DESV.; *N. spinulosum* var. *dilatatum* P. COUT.
Polypodium dilatatum HOFFM.

Europe, Asie Nord-Himalaya, Amérique du Nord

AMC . . . . *Circumboréal* (12)

61. ***Dryopteris oligodonta*** (DESV.) PICHI-SERMOLLI (2)

Aspidium oligodonton DESV.; *A. elongatum sensu* WILLD., *non* SWARTZ; *A. canariense* A. BR.; *A. aquilinoides* BOLLE

C . . . . *Canarien* (3)

62. *Thelypteris dentata* (FORSK.) E. ST. JOHN

Nephrodium molle Auct., *non* DESV.
Dryopteris dentata (FORSK.) C. CHR.; *D. mollis* Auct.; *D. parasitica* Auct.
Lastrea dentata ROMARIZ
Polypodium dentatum FORSK.

Mac. . . . . *Tropical-subtropical* (19)

63. *Thelypteris limbosperma* (ALLIONI) H. P. FUCHS

Polypodium limbospermum ALLIONI
Aspidium montanum (VOGL.) ASCH.
Dryopteris montana (VOGL.) O. KTZE.; *D. Oreopteris* (EHRH.) MAXON
Nephrodium montanum (VOGL.) BAK.
Polypodium montanum VOGL.; *P. Oreopteris* EHRH.

M . . . . *Circumboréal* (12)

64. *Thelypteris Pozoi* (LAGASCA) MORTON (3)

Hemionitis Pozoi LAGASCA
Dryopteris africana (DESV.) CHR.
Leptogramma totta (WILLD.) J. SMITH; *L. pilosiuscula* (WIKSTR.) ALSTON.
Polypodium africanum DESV.; *P. tottum* WILLD.

AMV? . . . . *Tropical-subtropical* (19)

---

(1) Les populations de Madère ne sont pas typiques et se rapprochent du *D. intermedia* (voir WALKER, 1955, 1959, 1961).

(2) Voir PICHI-SERMOLLI (1951) au sujet de la confusion d'identité et de nomenclature qui a longtemps entouré cette espèce. Voir aussi *Athyrium umbrosum* et *Dryopteris Aitoniana*.

(3) TARDIEU-BLOT (1946) et ROMARIZ (1953) mentionnent cette espèce aux Açores, mais pas PALHINHA (1943). Ni CHEVALIER (1935), ni TARDIEU-BLOT (1946) ne la donnent pour le Cap Vert.

65. *Cystopteris fragilis* (L.) BERNH. var. *diaphana* (BORY) C. CHR. (2n = 168-352).

Polypodium diaphanum BORY
Aspidium viridulum DESV.
Cystopteris fragilis f. *meridionalis* HENRIQUES

Mac. . . . . *Subcosmopolite-tempéré* (13)

66. *Athyrium Filix-femina* (L.) ROTH (2n = 80)

Asplenium Filix-femina BERNH.
Polypodium Filix-femina L.
Athyrium Filix-femina var. *subincisum* MENEZES

AMC . . . . *Circumboréal* (12)

67. *Athyrium umbrosum* (AIT.) PRESL (1)

Polypodium umbrosum AIT.
Allantodia umbrosa KAULF.
Athyrium azoricum FÉE
Aspidium umbrosum SWARTZ; *A. oliganthum* DESV.
Asplenium umbrosum J. SMITH; *A. umbrosum* var. *axillare* (PRESL) MENEZES
Dryopteris oligantha C. CHR.

Afrique, Asie, Australie tropicale, Nouvelle-Zélande, Océan Indien.

Mac. . . . . *Subcosmopolite-tropical-tempéré chaud* (16)

68. Diplazium Allorgei TARD.-BLOT (2)

A?* . . . . *Açoréen* (1)

69. Diplazium esculentum (RETZ.) SWARTZ

Asplenium esculentum PRESL

*A** . . . . *Paléotropical* (18)

70. Diplazium Petersenii (KUNZE) CHRIST

Asplenium Petersenii KUNZE
Diplazium lasiopteris KUNZE

*A** . . . . *Paléotropical* (18)

---

(1) Voir PICHI-SERMOLLI (1951) au sujet de la nomenclature et de l'identité de cette espèce. Voir aussi *Dryopteris oligodonta*.

(2) TARDIEU-BLOT (1938) considère cette espèce comme nouvelle, mais comme introduite tout de même.

71. *Blechnum Spicant* (L.) ROTH (2n = 68)

Blechnum boreale SWARTZ
Lomaria Spicant DESV.
Osmunda Spicant L.

Europe, Asie septentrionale, Japon, Amérique nord-occidentale.

AMC . . . . *Circumboréal* (12)

72. *Woodwardia radicans* (L.) J. E. SMITH

Blechnum radicans L.

Méditerranée occidentale, Chine méridionale, Inde septentrionale, Java.

AMC . . . . *Subcosmopolite-tempéré chaud* (14)

73. *Asplenium Adiantum-nigrum* L. (2n = 144)

ACV . . . . . . *Subcosmopolite-subtropical-tempéré* (15)

74. *Asplenium Adiantum-nigrum* L. ssp. *Onopteris* (L.) C. CHR. (1)

A. acutum BORY; *A. argutum* KAULF.; *A. Onopteris* L.; *A. productum* LOWE; *A. tabulare* SCHRAD.

Europe méridionale.

Mac. . . . . *Macaronésien-méditerranéen* (9)

75. *Asplenium aethiopicum* (BURM.) BECHERER

Trichomanes aethiopicum BURM.
Asplenium praemorsum SWARTZ; *A. canariense* WILLD.; *A. furcatum* THUNB.; *A. furcatum* var. *canariense* (WILLD.) MILDE

MCV . . . . *Subcosmopolite-tropical-tempéré chaud* (16)

76. *Asplenium Hemionitis* L. (2n = 72) (2)

A. palmatum LAM.
Phyllitis palmata SAMP.

Portugal, Algérie, Maroc

Mac. . . . . *Macaronésien-méditerranéen* (9)

---

(1) Plusieurs auteurs citent aussi l'*A. Adiantum-nigrum*, mais MORTON *(in litt.)* ne croit pas que les populations macaronésiennes se rapportent à autre chose que le ssp. *Onopteris*.

(2) ROMARIZ (1953) prétend que l'*A. Hemionitis* L. n'est pas l'*A. Hemionitis* Auct., mais le *Scolopendrium Hemionitis* d'Espagne et d'Italie. GUINEA & HEYWOOD (1954) ont débrouillé cette question et donnent le nom de *Phyllitis sagittata* (DC.) GUINEA & HEYWOOD à cette dernière espèce.

77. *Asplenium marinum* L. (2n = 72)

A. marinum var. *ferreum* BOLLE

Europe occidentale.

AMC . . . . *Macaronésien-européen-atlantique* (7)

78. *Asplenium Monanthes* L. (2n = 108)

Asplenium Dentex VON BUCH; *A. monanthemum* L. f. *ex* MURRAY

Abyssinie, Le Cap, Amérique tropicale, Hawaii.

AMC . . . . *Subcosmopolite-tropical-tempéré chaud* (16)

79. ***Asplenium* ×*Newmannii*** BOLLE ([1])

Asplenium marinum × *Trichomanes*

C . . . . *Canarien* (3)

80. *Asplenium obovatum* VIV. ssp. *lanceolatum* P. SILVA

A. lanceolatum HUDS., *non* FORSK.

Europe atlantique, jusqu'au Portugal méridional.

AMC . . . . . *Macaronésien-atlantique-méditerranéen* (8)

81. *Asplenium Ruta-muraria* L. (2n = 144)

Europe, Asie Nord-Himalaya, États Unis orientaux.

A . . . . *Circumboréal* (12)

82. *Asplenium Scolopendrium* L. (2n = 72)

Phyllitis Scolopendrium (L.) NEWM.
Scolopendrium officinarum SWARTZ; *S. vulgare* J. E. SMITH

AMC . . . . *Circumboréal* (12)

83. *Asplenium septentrionale* (L.) HOFFM. (2n = 144)

Acrostichum septentrionale L.

Europe, Asie Nord-Himalaya, États Unis occidentaux.

MC . . . . *Subcosmopolite-tempéré* (13)

([1]) Cet hybride n'a jamais été retrouvé depuis sa découverte. L'*A.* ×*alternifolium* WULF (= *A. septentrionale* × *Trichomanes*) est mentionné par CHEVALIER (1935) sous le nom de *A. germanicum* WEISS., mais ceci est extrêmement improbable.

84. *Asplenium Trichomanes* L. var. *majus* METT. (¹)

A. anceps VON BUCH; *A. Trichomanes* var. *anceps* (VON BUCH) MENEZES.

Mac. . . . . *Subcosmopolite-tempéré* (13)

85. ***Ceterach aureum*** (CAV.) VON BUCH (2n = 144) (²)

Acrostichum aureum CAV., *non* L.
Asplenium aureum CAV.; *A. Ceterach* var. *aureum* HOOK.; *A. latifolium* BORY
Ceterach officinarum Auct., *non* DC.; *C. officinarum* var. *aureum* MENEZES

MCV . . . . *Macaronésien* (5)

86. *Polypodium vulgare* L. ssp. *serratum* (WILLD.) CHRIST (2n = = 74) (³)

P. vulgare var. *teneriffae* MILDE

Europe sud-occidentale.

AMC . . . . *Ibéro-macaronésien* (6)

87. ***Grammitis quaerenda*** BOLLE

G. linearis Auct., *non* SWARTZ; *G. graminoides* Auct., *non* SWARTZ
Polypodium marginellum Auct., *non* SWARTZ

C . . . . *Canarien* (3)

88. *Marsilea diffusa* LEPRIEUR (⁴)

Marsilea diffusa f. *canariensis* A. BROWN

Algérie, Afrique tropicale, Mascareignes, Madagascar.

C. . . . . *Macaronésien-africain* (10)

(¹) L'*A. Trichomanes* typique n'existe peut-être pas en Macaronésie. Quant à la présente variété (= f. *atlantidis* BOLLE? cité par CHEVALIER?), PALHINHA (1943) et ROMARIZ (1953) lui attribuent la même distribution que le type.

(²) Le *Ceterach officinarum* DC. a été mentionné plusieurs fois en Macaronésie mais ceci est certainement une erreur (voir COPELAND, 1947, et LEMS, 1960).

(³) Le *Polypodium vulgare* L. est mentionné par ROMARIZ (1953) à Madère comme étant très rare, mais il semble bien que tous les spécimens macaronésiens se rapportent au ssp. *serratum*.

(⁴) Cette espèce a probablement disparu des Canaries (LEMS, 1960).

Les sens de la distribution

Le Tableau I donne les principaux types de distribution des 88 taxons de Cryptogames vasculaires qui ont été trouvés dans les archipels macaronésiens. J'en ai reconnu 26 (numérotés 1 à 26) se répartissant en sept groupes ou éléments majeurs (A à G). Il indique également des caractéristiques historiques et bioclimatiques des aires en question. Les Tableaux II, III et IV analysent la distribution des éléments géographiques en présence. La figure 1 illustre quelques-uns des types, cependant que la Figure 2 montre l'amplitude de la distribution à l'intérieur même de la Macaronésie.

Définition et répartition des types

L'élément *macaronésien endémique* (A) se répartit en cinq types: 7 espèces sont présentes dans au moins deux archipels; aucune espèce n'est strictement endémique du Cap Vert (type 4), tandis que quatre le sont aux Canaries (type 3), trois à Madère (type 2) et deux aux Açores (type 1). Ici, il faut sans doute ajouter le *Diplazium Allorgei*. TARDIEU-BLOT (1938), en le décrivant, affirme qu'il semble naturalisé mais qu'il est inconnu d'autres régions. Cette espèce paraît donc un peu difficile à placer ailleurs que dans le type açoréen ([1]).

Le second élément, *macaronésien-atlantique-méditerranéen* (B), comprend 12 espèces qui atteignent la côte atlantique de l'Europe, particulièrement la zone humide du Portugal Continental, et qui pénètrent plus ou moins loin vers les régions froides du nord (jusqu'en Islande), vers les régions continentales de l'Europe Centrale et vers les régions sèches de la Méditerranée orientale. Il a paru utile de distinguer quatre types plus ou moins concentriques et qui accusent des tendances différentes: les espèces *ibéro-macaronésiennes* (6) s'étendent au Portugal et à l'Espagne, tandis que les *macaronésiennes-européennes-atlantiques* (7) ne pénètrent pas très loin à l'intérieur du continent européen ni en Méditerranée mais s'étendent vers le nord de l'Europe. Les deux autres types ont une aire plus grande encore: les *macaronésiennes-méditerranéennes* (9) atteignent l'est de la Méditerranée et les *macaroné-*

([1]) Dans une lettre récente (30 janvier 1962) Mme M.-L. TARDIEU-BLOT me dit que cette espèce n'a pas encore été trouvée ailleurs et que le spécimen cultivé dans les serres du Muséum National d'Histoire Naturelle, à Paris, est mort.

siennes-atlantiques-méditerranéennes (8) l'Islande du côté atlantique et l'Asie Mineure du côté méditerranéen.

L'élément *macaronésien-africain-asiatique* (C) est déjà plus difficile à définir: il comprend des espèces à très vaste distribution, souvent plus ou moins discontinue, dont les unes toutefois, les *macaronésiennes-africaines* (10) n'atteignent guère l'Asie et les autres, au contraire, les *macaronésiennes-méditerranéennes-africaines-asiatiques* (11) atteignent le Yunnan.

La Figure 1 est une carte qui montre des tendances plutôt que des distributions précises. Les tracés des lignes qui correspondent aux types 1 à 5 sont fermés mais ceux qui se rapportent aux types 6 à 11 ne le sont pas. En fait ces 11 premières catégories montrent trois zones très distinctes de la distribution géographique des Cryptogames vasculaires macaronésiennes. Jusqu'ici les affinités sont exclusivement eurasiatiques et africaines: rien n'indique encore un rapport quelconque avec l'Amérique. La Macaronésie nous apparaît floristiquement dans une situation péninsulaire par rapport aux masses continentales de l'Est.

La définition des patrons de distribution de 12 à 26 est plus aléatoire, pour deux raisons: la relative difficulté d'établir pour leur aire entière une distribution aussi documentée et aussi précise que pour les types 1 à 9 et même 1 à 11; une certaine confusion taxonomique que je n'ai pas pu résoudre dans tous les cas. Ainsi certains *Hymenophyllum* présents en Nouvelle-Zélande et longtemps confondus avec des espèces boréales sont aujourd'hui distingués par ALLAN (1961). Il faudrait revoir les populations d'un bon nombre de régions intermédiaires pour fixer au juste les limites du taxon macaronésien.

Par conséquent dans un grand nombre de cas se rapportant aux types 12 à 26 aucune distribution précise (hors de la Macaronésie) n'a été indiquée. Ce que la carte (Fig. 1) fait voir d'un façon assez frappante c'est l'affinité de 26,1 % des espèces avec l'Europe, la Méditerranée et l'Afrique. On ne trouvera guère d'espèces répandues en Amérique et en Océanie et assez peu en Extrême-Orient si ce n'est parmi les types à très vaste distribution. Parmi celles-ci (types 12 à 21), on peut distinguer trois éléments majeurs ([1]).

([1]) Je ferai remarquer que ceci n'est pas absurde à priori, puisque le *Cheilanthes Marantae* et le *Woodwardia radicans* présentent une forte disjonction (voir cartes de TARDIEU-BLOT 1946, pp. 331 et 333).



Fig. 1 — Carte des 11 premiers types de distribution (voir Tableau I et texte). A. Élément *endémique*: 1. Açoréen. 2. Madérien. 3. Canarien. 4. Caboverdien. 5. Macaronésien. B. Elément *macaronésien-atlantique-méditerranéen*: 6. Ibéro-macaronésien. 7. Macaronésien-européen-atlantique. 8. Macaronésien-atlantique-méditerranéen. 9. Macaronésien-méditerranéen. C. Élément *macaronésien-africain-asiatique*: 10. Macaronésien-africain. 11. Macaronésien-méditerranéen-africain-asiatique.

L'élément *tempéré* (D) se compose de trois types. Le type *circumboréal* (12) se rattache aux types 7 et 8 qu'il prolonge considérablement vers le nord-ouest et le nord-est. Il est à remarquer que seul le *Dryopteris dilatata* (espèce N° 60), dans ce groupe, présente une affinité nettement nord-américaine (voir WALKER 1955, 1959, 1961). Le type *subcosmopolite-tempéré* (13) et le type *subcosmopolite-tempéré chaud* (14) s'étendent généralement à l'Hémisphère australe. Cependant, une étude plus approfondie nous mettra sans doute en présence de taxons différents dans plusieurs cas, par exemple le *Botrychium Lunaria* (espèce N° 18), le *Polystichum aculeatum* (espèce N° 49), le *Woodwardia radicans* (espèce N° 72).

L'élément *tropical* (E) qui comporte 23 espèces réparties entre 6 types (15 à 20) est à la fois plus homogène et plus continu. Les Îles du Cap Vert sont tropicales, mais le reste de la Macaronésie ne comporte pas, à proprement parler, d'aires tropicales, si ce n'est le désert côtier des Canaries. Ces espèces, par conséquent manifestent ici une tolérance vis-à-vis du climat tempéré chaud et surtout tempéré-chaud humide et par conséquent *modéré*. Il est aussi bien représenté aux Açores (69,6 %) et à Madère (60,8 %) qu'aux Îles du Cap Vert (65,2 %). Ceci n'a rien de surprenant car des fougères tropicales rencontrent sans doute moins d'adversités aux basses altitudes des Açores que dans la sécheresse relative du Cap Vert et des Canaries.

L'élément *cosmopolite* (F) n'est aucunement significatif, étant représenté ici par le seul *Pteridium aquilinum* (espèce N° 24) et encore tout probablement par la variété typique. TRYON (1941, p. 19) dit que les spécimens nord-africains et macaronésiens « sont nettement du type européen », ce qui nous rapproche de notre type de distribution 8.

Quant aux espèces *naturalisées* (G) — en plus du *Diplazium Allorgei* (espèce N° 68) de provenance inconnue — elles forment moins de 10 % de la flore ptéridologique et ont des origines très diverses.

Plusieurs autres aspects de ces distributions méritent d'être considérés. A l'échelle mondiale, on pourra se demander quelle amplitude climatique est indiquée. Ceci demanderait des précisions plus grandes que n'en révèlent les simples mentions ci-dessus de tropical, subtropical, tempéré-chaud et tempéré auxquelles nous nous arrêtons. Mais le Tableau I tente de caractériser l'aire de chaque type (1 à 26) selon deux autres critères.

TABLEAU I

Les espèces de Cryptogames vasculaires trouvées en Macaronésie (1 à 88) réparties d'après leurs caractéristiques géographiques

Éléments majeurs	Types de distribution	Espèces	Royaumes et provinces floristiques (Good, 1953)	Type d'aire (Dansereau, 1952)
A. *Macaronesien endémique*	1. Açoréen	4, 12, 68*	6a	6 C
	2. Madérien	50, 52, 54	6b	5 A
	3. Canarien	32, 61, 79, 87	6c	6 C
	4. Caboverdien	—	6d	6 C
	5. Macaronésien	8, 10, 23, 44, 57, 58, 85	6	4 C
B. *Macaronésien-atlantique-méditerranéen*	6. Ibéro-macaronésien	45, 86	6, 5a	2 B
	7. Macaronésien-européen-atlantique	15, 21, 56, 77	6, 2a	2 B
	8. Macaronésien-atlantique-méditerranéen	14, 80	6, 2a, 5a, b, c, 16	2 B
	9. Macaronésien-méditerranéen	5, 25, 74, 76	6, 5	2 B
C. *Macaronésien-africain-asiatique*	10. Macaronésien-africain	6, 35, 36, 46, 88	6, 5c, d, 9-16	2 B
	11. Macaronésien-méditerranéen-africain-asiatique	13, 30, 31, 33, 34, 37	6, 5, 9, 11, 13, 17e, 18c	2 B
D. *Tempére*	12. Circumboréal	2, 3, 17, 60, 63, 66, 71, 81, 82	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	2 B
	13. Subcosmopolite-tempéré	9, 18, 65, 83, 84	I-VI	2 B
	14. Subcosmopolite-tempéré chaud	49, 72	I-VI	2 B
E. *Tropical*	15. Subcosmopolite-subtropical-tempéré	11, 19, 20, 39, 40, 73	I-VI	2 B
	16. Subcosmopolite-tropical-tempéré chaud	7, 22, 29, 67, 75, 78	I-VI	2 B
	17. Paléotropical tempéré	53	I-VI	2 B
	18. Paléotropical	42, 59, 69, 70	II	2 B
	19. Tropical-subtropical	1, 62, 64	II, III, 32	2 B
	20. Tropical	16, 43, 55	II, III, 32	2 B
F. *Cosmopolite*	21. Cosmopolite	24	I-VI	2 A
G. *Naturalisé*	22. Pantropical-tempéré	26*, 38*, 41*, 51*	I-VI	2 B
	23. Asiatique tropical	47*	17, 18, 19	2 B
	24. Asiatique oriental	27*	18	4 B
	25. Nord-américain oriental	48*	7a, b, c	3 A
	26. Austrafricain	28*	14, 31	2 B

Éléments majeurs (A à G); types de distribution (1 à 26); royaume (I à VI) et/ou provinces floristiques (1 à 37) d'après Good, 1953 (telle que transcrite par Dansereau, 1957, pp. 40-42), et type d'aire (selon dimension et continuité) d'après Dansereau, 1952.

Les *aires floristiques,* c'est bien connu, ne correspondent qu'imparfaitement aux aires de la végétation actuelle et il y a à cela d'excellentes raisons (voir CAIN, 1944, DANSEREAU, 1952, GOOD, 1953). Les régions floristiques, telles qu'elles ont été circonscrites le plus souvent, toutefois, contiennent un stock d'espèces ayant une assez longue *histoire* commune. C'est pour cette raison que la géographie d'une flore peut apparaître plus significative (dans une longue perspective) que celle d'une végétation qui s'est plus ou moins stabilisée temporairement sous l'empire d'un climat lui-même plus ou moins stable.

La subdivision du monde en unités floristiques a été tentée plusieurs fois. Le système de GOOD (1947 et 1953) est sans doute un des meilleurs. Je l'ai appliqué ici, avec les modifications de terminologie (mais non de distribution) que j'avais déjà proposées ailleurs (1957). Les chiffres romains indiquent les divisions majeures *(royaumes)*; les chiffres arabes se rapportent aux *provinces.* Je préfère ce terme à celui de *région* que je réserve à l'unité suivante (indiquée dans le système de GOOD par une lettre). On trouvera dans mon ouvrage «Biogeography, an ecological perspective» (1957) un tableau et une carte où sont consignées les aires représentées ici au Tableau I par des chiffres et des lettres.

Ainsi la Macaronésie est une province (6) du royaume boréal (I) et chacun des archipels (6a, b, c, d) est une région. L'élément *macaronésien endémique* (A) est donc confiné à la province macaronésienne (6) de GOOD. Et même à l'une ou l'autre des régions. (Il sera question plus loin de cette amplitude.) Pour tous les autres éléments, un bon nombre de provinces est contenu dans la distribution des espèces. Dans certains cas, cela ne dépasse pas les frontières d'un royaume, mais dans d'autres (D, E, F, G) plusieurs royaumes et même les six royaumes du monde sont touchés.

J'ai proposé il y a quelques années (1952) une manière un peu plus simple de comparer les distributions, sans nécessairement les placer dans le contexte historique que supposent les cadres établis par GOOD. Il s'agit simplement de distinguer la dimension [continentale (1, 2), provinciale (3, 4), régionale (5,6), locale (7)] et la continuité relative de l'espèce (chiffres impairs pour les aires discontinues). (Voir DANSEREAU 1952, 1957.) Le Tableau II démontre que le type continental (1, 2) réunit 78,5 % des espèces, le type provincial (3,4) seulement 10,15 % et le type régional (5,6) 11,35 %.

Caractéristiques intra-macaronésiennes

Le Tableau III offre un sommaire de la répartition des principaux éléments floristiques (A à G) en Macaronésie. L'endémisme (A) n'atteint pas 20 %, et les espèces naturalisées (G) n'atteignent pas 10 %. Le plus haut pourcentage est donné par le groupe tropical (E) qui dépasse de beaucoup le groupe à vaste distribution tempéré (D). D'autre part les espèces à distribution plus restreinte [dont les frontières sont les moins éloignées de la Macaronésie (B et C)] forment un bloc important de plus de 25 %.

TABLEAU II

Type d'aire basé sur l'extension et la continuité
(DANSEREAU, *1952*)

Type	Nombre d'espèces	Nombre de types	Nombre d'éléments	Pourcentage du total des espèces
2 A	1	1	1	1,1
2 B	68	18	5	77,4
3 A	1	1	1	1,1
4 B	1	1	1	1,1
4 C	7	1	1	7,95
5 A	3	1	1	3,4
6 C	7	2	1	7,95

1,2: aire continentale; 3,4 provinciale; 5,6: régionale. Les chiffres impairs indiquent la continuité. A, B, C indiquent une dimension décroissante à l'intérieur de l'aire. Les espèces sont les 88 énumérées dans le présent travail, les types et les éléments sont ceux du Tableau I.

Si l'on considère maintenant (toujours au Tableau III) la répartition de ces 87 espèces de la flore ptéridologique macaronésienne dans chacun des archipels, on constate des inégalités assez intéressantes. Négligeons l'unique espèce cosmopolite (F), qui ne nous apprend rien. C'est Madère qui contient le plus fort pourcentage (58,8 %) de toutes les endémiques macaronésiennes (A), tandis que le Cap Vert en a peu (17,6 %). Madère abrite aussi

100 % des atlantiques-méditerranéennes (B), les Canaries en ont aussi beaucoup (91,6 %), de même que les Açores (83,3 %), tandis que le Cap Vert en a la moitié moins (41,6 %). En revanche, c'est le Cap Vert qui a le plus fort pourcentage (et de beaucoup: 72,7 %) des africaines-asiatiques (C), et les Açores en ont presque trois fois moins (27,3 %). Un gradient inverse se fait jour dans les cas

TABLEAU III

Nombre d'espèces se rapportant aux éléments majeurs de distribution des 88 espèces macaronésiennes et leur pourcentage dans chaque archipel

Elément	Macaronésie		Açores		Madère		Canaries		Cap Vert	
A. Macaronésien endémique	17	19,3	6	35,3	10	58,8	8	47,1	3	17,6
B. Macaronésien-atlantique-méditerranéen	12	13,6	10	83,3	12	100,0	11	91,6	5	41,6
C. Macaronésien-africain-asiatique	11	12,5	3	27,3	4	36,4	5	45,4	8	72,7
D. Tempéré	16	18,2	14	87,5	12	75,0	10	62,5	3	18,75
E. Tropical	23	26,1	16	69,6	14	60,8	11	47,8	15	65,2
F. Cosmopolite	1	1,1	1	100,0	1	100,0	1	100,0	1	100,0
G. Naturalisé	8	9,0	8	100,0	2	25,0	2	25,0	1	12,5
Total	88	100,0	58	65,9	55	62,5	48	54,5	36	40,9

des espèces à large distribution tempérée (D) où les Açores marquent 87,5 % et le Cap Vert 18,75 %. Le gradient n'est toutefois pas renversé pour les espèces tropicales (E) où ce sont les Canaries qui en ont le moins (47,8 %).

Il est à noter toutefois que le nombre total des espèces dans chaque archipel est loin d'être le même, puisqu'il diminue de 58 aux Açores à 36 au Cap Vert. Le Tableau III nous aura révélé quel nombre d'espèces appartenant à chaque élément et quel pourcentage de cet élément sur le total macaronésien (88) étaient présents dans chaque archipel.

Le Tableau IV, d'autre part, reporte ces mêmes nombres sur la flore de l'archipel lui-méme, soit 58, 55, 48 et 36. Il nous fait donc voir l'importance de chaque élément dans la flore de chaque archipel. L'élément endémique (A) est beaucoup plus important à Madère et aux Canaries qu'ailleurs. Il en va de même pour l'élément atlantique-méditerranéen (B). L'élément africain-asiatique (C) est

TABLEAU IV

Nombre d'espèces se rapportant aux éléments majeurs de distribution dans chacun des archipels, et pourcentage de leur flore ptéridologique totale

Éléments	Macaronésie		Açores		Madère		Canaries		Cap Vert	
	n	%	n	%	n.	%	n	%	n	%
A. Macaronésien endémique	17	19,3	6	10,3	10	18,2	8	16,6	3	8,3
B. Macaronésien-atlantique-méditerranéen	12	13,6	10	17,2	12	21,8	11	22,9	5	13,8
C. Macaronésien-africain-asiatique	11	12,5	3	5,2	4	7,3	5	10,4	8	22,2
D. Tempéré	16	18,2	14	24,1	12	21,8	10	20,8	3	8,3
E. Tropical	23	26,1	16	27,6	14	25,4	11	22,9	15	41,6
F. Cosmopolite	1	1,1	1	1,7	1	1,8	1	2,1	1	2,8
G. Naturalisé	8	9,0	8	13,7	2	3,6	2	4,2	1	2,8
Total	88	100,0	58	100,0	55	100,0	48	100,0	36	100,0

2, 3 et 4 fois plus important au Cap Vert qu'ailleurs. L'élément tempéré (D) se maintient au-dessus de 20 % excepté au Cap Vert où il tombe à 8,3 %. L'élément tropical (E) est presque deux fois plus important au Cap Vert qu'aux Canaries et une fois et demie plus important que dans les deux archipels du nord. L'élément naturalisé (G) est trois ou quatre fois plus important aux Açores qu'ailleurs.

Ces considérations appellent une analyse de l'amplitude de distribution des espèces à l'intérieur de la Macaronésie. Le Tableau V distingue entre les endémiques, les indigènes non-endémiques et

TABLEAU V

Amplitude de distribution des 88 espèces macaronésiennes dans les quatre archipels

Restriction à		Total		Endémiques		Non-endémiques		Naturalisés	
		n	%	n	%	n	%	n	%
un archipel	*A*[1]	14	15,9	2	2,3	4	4,5	8	9,1
	M	4	4,5	3	3,4	1	1,1	—	—
	C	5	5,7	4	4,5	1	1,1	—	—
	V	9	10,2	—	—	9	10,2	—	—
		32	36,3	9	10,2	15	16,9	8	9,1
deux archipels	*AM*[2]	7	7,95	2	2,3	4	4,5	1*	1,1
	AC	—	—	—	—	—	—	—	—
	AV[3]	2	2,3	—	—	1	1,1	1*	1,1
	MC	3	3,4	1	1,1	2	2,3	—	—
	MV	3	3,4	1	1,1	2*	2,3	—	—
	CV	—	—	—	—	—	—	—	—
		15	16,6	4	4,5	9	10,2	2	2,2
trois archipels	*AMC*[4]	19	21,6	1	1,1	16	18,2	2	2,3
	MCV	6	6,8	2	2,3	4	4,5	—	—
	ACV[5]	3	3,4	—	—	3	3,4	—	—
	AMV[6]	1	1,1	—	—	1	1,1	—	—
		29	32,9	3	3,4	24	27,2	2	2,3
quatre archipels	*AMCV*[7]	12	13,6	—	—	11	12,5	1	1,1
		88	100,0	16	18,2	59	67,1	13	14,7

[1]) Le *Diplazium Allorgei* (espèce No 68) est compté comme naturalisé.

[2]) Le *Selaginella Kraussiana* (espèce No 6) est compté comme naturalisé à Madère et comme indigène aux Açores, encore que ceci soit douteux.

[3]) Le *Pteris cretica* (espèce No 26) est compté comme naturalisé aux Açores mais comme probablement indigène aux Îles du Cap Vert.

[4]) Le *Pteris tremula* (espèce No 28) est naturalisé aux Açores et à Madère, mais peut-être indigène aux Canaries.

[5]) La présence du *Pallaea viridis* (espèce No 36) aux Açores et aux Canaries n'est pas bien établie.

[6]) Le *Thelypteris Pozoi* (espèce No 64) ne se trouve peut-être pas aux Îles du Cap Vert.

[7]) Le *Pteris vittata* (espèce No 29) est indigène aux Canaries et au Cap Vert mais naturalisé aux Açores et à Madère.

les espèces naturalisées. Seulement 13,6 % des espèces se rencontrent sur les quatre archipels; 32,9 % sur trois archipels (quatre combinaisons possibles); 16,6 % sur deux archipels (six combinaisons possibles dont quatre seulement se réalisent) et 36,3 % sont confinées à un seul archipel. Il vaut la peine de noter que cette dernière restriction est beaucoup plus prononcée aux deux extrêmes de la Macaronésie, puisque les Açores en ont 15,9 % et le Cap Vert 10,2 % alors que Madère et les Canaries n'ont que 4,5 % et 5,7 %. Les Açores ont, de beaucoup, plus d'espèces naturalisées (9,1 %) et le Cap Vert, un fort excédent (10,2 %) d'espèces indigènes qu'elles partagent avec le monde extra-macaronésien.

La Figure 2 montre graphiquement ce que les archipels ont en commun et ce en quoi ils diffèrent.

CONCLUSIONS

La présente série de mémoires décrira et discutera les conditions bioclimatiques et écologiques de la Macaronésie. Ainsi la zonation altitudinale, la structure, la composition et le dynamisme des associations seront l'object d'études détaillées. Je n'anticiperai pas là-dessus pour le moment, autrement que pour insister sur le besoin d'établir les unités floristiques avec autant de précision que possible. La contribution de Lems (1960) a posé un premier jalon en étalonnant les espèces d'après leur type foliaire, leur diaspore, leur forme biologique et leur affinité floristique.

La contribution actuelle, qui ne touche qu'aux Cryptogames vasculaires nous donne le patron de distribution d'un groupe important de plantes macaronésiennes en distinguant leurs rapports avec le monde et leurs rapports entre eux. Il restera à considérer avec plus de précision leur distribution île par île et habitat par habitat en appliquant par exemple la technique réalisée pour le *Betula alleghaniensis* (Dansereau & Pageau, 1962).

Les principales conclusions qui se détachent pour le moment sont assez visibles sur les cinq tableaux.

1. La Macaronésie compte 88 taxons de Cryptogames vasculaires, répartis entre 36 genres dont 21 ne comptent qu'une espèce, 3 deux espèces, 4 trois espèces, 1 quatre espèces, 4 cinq espèces, et un six, sept et douze espèces respectivement.

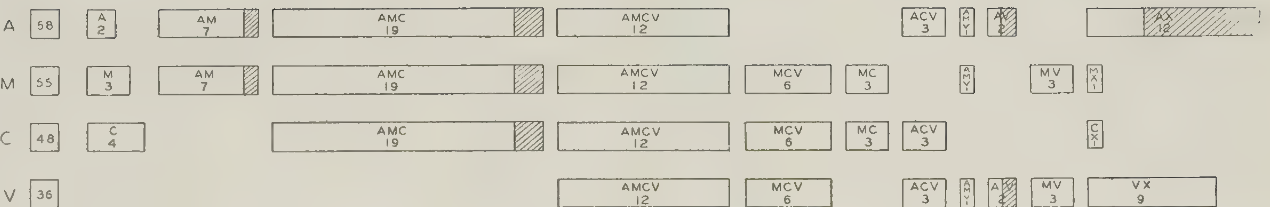


Fig. 2 — Distribution des espèces dans les archipels: A: Açores; M: Madère; C: Canaries; V: Cap Vert. AM signifie espèces communes aux Açores et à Madère; MC, espèces communes à Madère et aux Canaries, etc. Toutes les espèces non-endémiques se rencontrent aussi, bien entendu, en dehors des archipels. D'autre part AX, MX, CX et VX se rapportent aux espèces présentes dans un seul archipel et dans d'autres régions. Les aires rayées représentent les espèces naturalisées.

2. Seize espèces sont endémiques, dont deux uniquement açoréennes, trois uniquement madériennes, quatre uniquement canariennes et aucune exclusivement caboverdienne.
3. L'élément atlantique-méditerranéen compte pour 13,6 % et l'élément tempéré à vaste distribution pour 18,2; mais ils sont peu représentés au Cap Vert.
4. L'élément africain-asiatique, qui compte pour 12,5 % croît assez régulièrement en importance depuis les Açores jusqu'au Cap Vert.
5. L'élément tropical (26,1 % dans l'ensemble) est relativement moins important aux Canaries.
6. Les Açores comportent beaucoup plus d'espèces naturalisées que les autres archipels.
7. A l'intérieur de la Macaronésie 12 types de distribution se réalisent (sur 14 possibles). Les 32 espèces confinées à un seul archipel équivalent à 36,3 %; les 15 espèces présentes dans deux archipels à 16,6 %; les 29 espèces atteignant trois archipels à 32,9 % et les 12 espèces présentes dans les quatre archipels à 13,6 %.

BIBLIOGRAPHIE

N. B. — Quelques-uns des ouvrages ci-dessous ne sont pas cités dans le texte mais ont servi à établir la distribution géographique ou à vérifier l'identité ou la nomenclature.

ALLAN, H. H.
1961 *Flora of New Zealand.* **1**. *Indigenous Tracheophyta.* Government Printer, Wellington.

ALLORGE, P. & ALLORGE, VALIA
1946 Les étages de végétation muscinale aux Îles Açores et leurs éléments. *Mém. Soc. Biogéogr.* **8**: 369-386.

ARNELL, S.
1961 List of the Hepaticae of the Canary Islands. *Svensk Bot. Tidskr.* **55** (2): 379-393.

BECHERER, A.
1934-36 Note sur deux espèces d'*Asplenium*. *Candollea*, **6**: 22-24.

CAIN, S. A.
1944 *Foundations of plant geography.* Harper & Brothers, New York.

CHEVALIER, A.
1935 Les Îles du Cap Vert. Géographie, biogéographie, agriculture, flore de l'archipel. *Rev. Bot. Appl.* **15**: 733-1090. Pl. I-XVI.

CHRISTOPHERSEN, E.

1934*a* Plants of Gough Island (Diego Alvarez). *Scientific Results of Norwegian Antarctic Expeditions, 1927-28 et sqq. instituted and financed by Consul Lars Christensen,* **13**: 1-16.

1934*b* Plants of Tristan da Cunha. *Scientific Results of Norwegian Antarctic Expeditions, 1927-28 et sqq. instituted and financed by Consul Lars Christensen,* **16**: 1-19.

CLAUSEN, R. T.

1938 A monograph of the *Ophioglossaceae. Mem. Torr. Bot. Club,* **19** (2): 1-177.

1954 *Ophioglossaceae* of the Hawaiian Islands. *Amer. J. Bot.,* **41**: 493-500.

COPELAND, E. B.

1947 *Genera Filicum, the genera of ferns.* Chronica Botanica, Waltham, Mass.

1951 *Grammitis. Philipp. J. Sci.,* **80**: 93-267 (p. 263).

DANSEREAU, P.

1952 The varieties of evolutionary opportunity. *Rev. Canad. Biol.* **11**: 305-388.

1957 *Biogeography, an ecological perspective.* Ronald Press Co., New York.

1958 Character variations and shift of the ecological frame in the species of *Cistus. Proc. X Internat. Congr. Genetics, Montréal,* **2**: 64-65.

1961 The origin and growth of plant communities. *In*: ZARROW, M. X. *(ed.)* Growth in living systems. *Proc. Symp. on Growth,* Purdue Univ. (Indiana), June 16-18, 1960: 567-603. Basic Books, New York.

——— & PAGEAU, G.

— Phytogeographia laurentiana. IV. Distribution géographique et écologique du *Betula alleghaniensis* Britt. (En préparation).

DYER, R. A.

1939 The flora of Tristan da Cunha. H. M. S. Carlisle Expedition, 1937. *Bothalia,* **3** (4): 589-607.

FERNANDES, ROSETTE

1960 Notas sobre a flora de Portugal. VIII. *Bol. Soc. Broteriana,* sér. 2. **34**: 99-155.

GOOD, R.

1947 *The geography of the flowering plants.* Longmans, Green & Co., London.

1953 *The geography of the flowering plants.* ed. 2. Longmans, Green & Co., London.

GUINEA, E. & HEYWOOD, V. H.

1954 Sobre *Asplenium Hemionitis* L. *Collect. Bot.* **4**: 243-248.

LEMS, K.

1958 *Phytogeographic study of the Canary Islands.* Dissertation, Univ. Michigan, **1** & **2**. (Inédit si ce n'est comme microfilm déposé à la Bibliothèque du Congrès, à Washington).

1960 Floristic botany of the Canary Islands. *Sarracenia,* **5**: 1-94.

LINDINGER, L.

1926 Beiträge zur Kenntnis von Vegetation und Flora der kanarischen Inseln. *Abh. Auslandsk.,* 21 sér. C, **8**: 1-350.

LOWE, R. T.

1857-72 (1868) *A manual flora of Madeira and the adjacent islands of Porto Santo and the Desertas.* **1**. Van Voor, London.

MANTON, I.

1950 *Problems of cytology and evolution in the Pteridophyta*. Cambridge Univ. Press London.

MELLISS, J. C.

1875 *St. Helena: a physical, historical and topographical description of the island, including its geology, fauna, flora and meteorology*. London.

MENEZES, C. A.

1914 *Flora do archipelago da Madeira. Phanerogamicas e Cryptogamicas vasculares*. Typ. Bazar do Povo, Funchal.

MILDE, J.

1867 *Filices Europae et Atlantidis, Asiae Minoris et Sibiriae*. A. Felix, Leipzig.

MORTON, C. V.

1958 The Californian species of *Thelypteris*. *Amer. Fern. J.* **48** (4): 136-142.

1959 Sur la nomenclature de deux Fougères rares d'Espagne. *Bull. Soc. Bot. France*, **106** (5, 6): 231-234.

PALHINHA, R. TELLES

1943 Pteridófitos do Arquipélago dos Açores. *Bol. Soc. Broteriana*, sér. 2, **17**: 215-249.

PICHI-SERMOLLI, R. E. G.

1951 On Desvaux's «*Aspidium oliganthum*» and «*Aspidium oligodonton*». *Webbia*, **8**: 147-154.

1957 Adumbratio florae aethiopicae. 5. *Parkeriaceae, Adiantaceae, Vittariaceae, Webbia*, **12**: 645-703.

PITARD, J. & PROUST, J.

1908 *Les Îles Canaries. Flore de l'archipel*. Klincksieck, Paris.

REED, C. F.

1954 Index *Marsileata* et *Salviniata*. *Bol. Soc. Broteriana*, sér. 2, **28**: 5-61.

ROMARIZ, C.

1953 Flora da Ilha da Madeira. Pteridófitos. *Rev. Fac. Cienc. Lisboa*, sér. 2 (C), **3**: 53-112.

SILVA, A. R. PINTO DA *(collab.)*

1959 Plantas novas e novas áreas para a flora portuguesa. V. *Agron. Lusit.* **20**: 217-247.

SKOTTSBERG, K.

1908*a* Die Gefässpflanzen Sudgeorgiens. *Wissentschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition, 1901-1903*. **4** (1, 3): 1-12.

1908*b* Zur Flora des Feuerlandes. *Wissentschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition, 1901-1903*, **4** (I, 4): 1-41.

TARDIEU-BLOT, M.-L.

1938 Un *Diplazium* nouveau des Açores: *D. Allorgei*. *Notulae Systematicae*, **7**: 149-150.

1946 Sur la flore ptéridologique des îles atlantiques. *Mém. Soc. Biogéogr.*, **8**: 325-347.

TRELEASE, W.

1897 Botanical observations on the Azores. *Rep. Mo. bot. Gdn.* **8**: 72-220, pl. 12-66.

TRYON, JR., R. M.

1941 A revision of the genus *Pteridium*. *Rhodora*, **43**: 1-31; 37-67.

WALKER, S.
1955 Cytogenetic studies in the *Dryopteris spinulosa* complex — I. *Watsonia*, **3**: 193-209.
1959 Cytotaxonomic studies of some American species of *Dryopteris*. *Amer. Fern J.* **49** (3): 104-112.
1961 Cytogenetic studies in the *Dryopteris spinulosa* complex. II. *Amer. J. Bot.*, **48**: 607-614.

WILCE, JOAN H.
1961 *Lycopodium complanatum* L. and four new allied species of the Old World. *Nova Hedwigia*, **3**: 93-117.

FREQUÊNCIA DE ISOLAMENTO DAS RAÇAS DE *PUCCINIA RECONDITA* ROB. EM TRIGO, DIFERENCIADAS EM PORTUGAL DE 1952 A 1958

POR *ALBERTO PALYART DO CARMO E FREITAS*
(Estação Agronómica Nacional)

A predominância de determinada raça, numa dada região, definida pela maior percentagem de isolamentos, em relação a outras, indica, quando se mostra persistente, a sua melhor adaptação às condições de meio ambiente e aos hospedeiros presentes.

Se a região considerada possuir em cultura grande diversidade de trigos, tal como sucede no nosso País, as conclusões obtidas na prospecção de raças fisiológicas apresentam-se expressivas no que se refere à sua adaptação às condições de meio, podendo considerar-se a predominância como significativa para o melhoramento, uma vez que se restringe muito o factor hospedeiro como limitante do livre desenvolvimento do parasita.

A frequência de isolamento das diversas raças sugere, de um modo geral, o grau de atenção que elas devem merecer ao criarem-se novos trigos resistentes, culminando naquela que se destaca como predominante.

O facto, já observado, de raças de fraca representação poderem tornar-se predominantes (STAKMAN, 1954), por simples substituição do trigo mais cultivado, em nada reduz aquele conceito, antes o prolonga através do tempo.

O presente trabalho refere-se à frequência de isolamento de raças de *Puccinia recondita* do trigo, ferrugem que no nosso País se tem apresentado em grandes intensidades de ataque, principalmente nas províncias da Estremadura e do Algarve, e cuja importância em extensão tem acrescido, ou se torna mais evidente.

A possibilidade de auto-fecundações e hibridações (JOHNSON & MARGARET NEWTON, 1946, e BROWN & JOHNSON, 1949) em relação a outros países bem como a maior possibilidade de aparecimento de

mutações por efeito da existência em Portugal da fase gametofítica desta *Puccinia* em condições naturais (Oliveira, 1940), reforça a necessidade de conceder atenção especial e persistente a esta ferrugem do trigo.

A diferenciação fisiológica da *P. recondita* proveniente de infecções espontâneas em trigo tem revelado a existência em Portugal de 13 raças e um novo biótipo, nos 510 isolamentos realizados em material colhido no campo, até 1958.

Interessando-nos neste trabalho analisar os resultados obtidos com material tal como espontâneamente existe no campo, não incluímos 39 culturas monospóricas obtidas a partir de amostras coligidas em 1948 e 1949 e mantidas em cultura durante 3 ou 4 anos antes de serem realizadas as suas diferenciações. De facto, a possibilidade de alterações dos biótipos originais por heterocariose (Nelson *et al.*, 1955) e por selecção natural (Loegering, 1951) diminui muito a probabilidade deste material, tão repetidamente cultivado, representar a amostragem inicial.

Não consideramos também, aqui, como é óbvio, 300 isolamentos obtidos a partir de ecidiósporos provenientes de *Thalictrum* spp. ou originados de uredósporos formados em outros hospedeiros diversos do trigo. Assim ficaram também excluídos os resultados referentes ao material coligido em 1950 e 1951, bem como a raça 73 apenas isolada em *Thalictrum*.

A análise que apresentamos diz respeito, portanto, apenas à amostragem realizada em trigo nos anos de 1952 a 1958.

A prospecção de raças fisiológicas de *Puccinia recondita* realizada (Carmo e Freitas, 1954, 1955, 1957, 1959 e 1961) fornece elementos para o cálculo da percentagem do número de isolamentos de cada raça diferenciada naqueles diversos anos. Os valores assim determinados representam as frequências de isolamento expressas no número total de culturas obtidas em cada ano. Reunimos esses valores na Tabela I e inserimos na última coluna o total de isolamentos a que se referem aquelas percentagens, o que permite fazer ideia do valor relativo de cada uma daquelas frequências.

A persistência com que determinadas raças desta *Puccinia* têm sido isoladas nos diferentes anos, destaca-as de outras que, apenas esporàdicamente, foram diferenciadas no material colhido. Para melhor distinguir estas diferenças, a Tabela I apresenta, na sua última linha, o número de anos (presenças) em que cada raça tem sido assinalada durante este período a que nos referimos.

Notam-se, nos valores inseridos naquela tabela bem como na sua distribuição, algumas irregularidades fàcilmente justificáveis pelas condições de meio, isto é, pelo modo como decorreram as primaveras. Em especial é de observar o que se refere ao ano de 1953 em que apenas foi isolado o biótipo mais comum da raça 11. Nesse ano, extremamente desfavorável ao desenvolvimento das ferrugens, as infestações observadas no campo foram muitíssimo fracas e muito pouco generalizadas. As indicações daquela tabela, quando

TABELA I

Percentagem de isolamento de raças de Puccinia recondita *em trigo nos anos de 1952 a 1958*

Anos	Raças isoladas em trigo														Total de isolamentos
	3	4	11 A	11 F	68	74	75	76	78	84	87	107	143	183	
1952			30				30	10	10	10	10				30
1953			100												30
1954	2	2	39		4	5	21		4	2	7	2	7	4	82
1955			42		7		28		13		4		5		75
1956			38	5	11		43		3						65
1957			40	4			57								70
1958			46	3	27		23		2						119
Presenças (N.º de anos)	1	1	7	3	4	1	6	1	5	2	3	1	2	1	471

se comparam todos os outros anos de observação com o ano de 1953, refletem bem tratar-se de caso excepcional, aliás amplamente confirmado, como dissemos, pelas observações de campo. Estes factos associados mostram a grande adaptabilidade do biótipo A da raça 11 a condições excepcionalmente diversas. Esta raça, de resto, é das que se apresentam com mais larga distribuição pela Europa (SIBILIA, 1952) o que demonstra a sua adaptabilidade a condições de meio muito diversas.

Se compararmos porém os valores obtidos a partir de 1954, que se referem a maior número de isolamentos, nota-se certa constância no nível relativo de frequência de cada uma das raças de uns anos para os outros e revela ainda ter existido preponderância, todos os anos, na frequência de certas raças em relação às outras.

Assim, e de um modo geral para o conjunto dos anos referidos, sobressai a predominância do biótipo mais comum da raça 11 (designado por 11A), parecendo poder considerar-se predominante em relação a todos os outros. Segue-o de perto a raça 75 no nível de frequência de isolamento. Em relação a estas, contrastam as raças 3, 4, 74, 76, 84, 87, 107, 143 e 183 e o biótipo 11F com percentagens de isolamento muito baixas. As raças 68 e 78 apresentam-se intermédias nas frequências.

Se compararmos os níveis de frequência das raças fisiológicas desta ferrugem com o número total de presenças naquele período, isto é, com o número de anos em que cada uma das raças foi diferenciada, observa-se um paralelismo sensível. Assim, o biótipo 11A mostra-se com o maior número de presenças, seguido da 75; como intermediárias encontram-se as raças 68 e 78; e observam-se com valores mínimos todas as restantes raças e o biótipo 11F.

Uma vez que, para o fim em vista, os valores dos diversos anos são dum modo geral comparáveis, o seu conjunto, expresso em percentagem de isolamento de cada uma das raças, durante o total do período considerado, deverá destacar mais acentuadamente os níveis de frequência em que cada raça se situa. Além disso os valores obtidos são mais representativos, uma vez que se referem a maior número de casos considerados.

Aquelas frequências foram inseridas na última linha da Tabela II e representam valores para o conjunto do período de sete anos e para o total das províncias estudadas no País, englobando 471 isolamentos.

Tratando-se duma área relativamente extensa e de condições ecológicas um tanto diversas, as conclusões de concordância, que parecem nítidas nestas considerações, apenas terão valor se se verificarem semelhanças no comportamento das diversas raças nas diferentes zonas que a compõem.

Se analisarmos a Tabela II, em que se mencionam as frequências com que as raças foram isoladas, mas distribuídas agora pelas províncias do País em que se tem realizado a prospecção, verificamos também, dum modo geral, um comportamento semelhante quanto aos níveis relativos de frequência.

Os mais acentuados desvios correspondem precisamente àquelas províncias em que o número de isolamentos é mais baixo. Tal é o caso do Douro Litoral e do Alto Alentejo. Este facto deve poder considerar-se como justificação suficiente daquela disparidade,

TABELA II

Percentagem de isolamento das diferentes raças originárias de trigo em 10 províncias e no seu conjunto, no período de 7 anos

Províncias	Raças														Total de isolamentos
	3	4	11 A	11 F	68	74	75	76	78	84	87	107	143	183	
Minho			40,0		13,3		46,7								15
Trás-os-Montes e Alto Douro			52,0		8,0		28,0		12,0						25
Douro Litoral			50,0			50,0									6
Beira Alta			40,5		5,4		32,4		5,4		8,1		8,1		37
Beira Litoral			45,5				27,3		27,3						11
Estremadura	0,5		48,9	4,1	4,6	0,5	33,3	1,4	5,5	1,4					219
Ribatejo			32,7		21,8		21,8			3,6	16,4	3,6			55
Alto Alentejo					100										8
Baixo Alentejo	3,0	6,1	57,6		6,1		27,3								33
Algarve			38,7		14,5		30,6						13,3	4,8	62
Conjunto das Províncias	0,4	0,4	44,6	1,9	10,0	0,8	30,1	0,6	4,2	1,1	2,5	0,4	2,1	0,6	471

tanto mais que as distribuições das frequências e das raças fisiológicas se apresentam muito fora do comum, não só em relação às outras províncias estudadas mas, dum modo geral, a todas as zonas do mundo de que temos conhecimento da prospecção das raças fisiológicas desta *Puccinia*.

Não tomando em linha de conta aqueles dois casos, todas as outras oito províncias apresentam grande semelhança quanto aos níveis relativos de frequência de cada uma das raças isoladas. Deste modo, se as partes que compõem o todo constituem como que repetições concordantes, tanto quanto à distribuição por províncias, como quanto à sua representação anual, os valores determinados, para o conjunto das diversas províncias e para os sete anos referidos, podem considerar-se representativos.

Tomando pois em consideração as frequências de isolamento das diversas raças, a sua distribuição e o número de presenças, podem formar-se três grupos, definidos pelos valores expressos no conjunto do País, para o período total de prospecção de raças fisiológicas da *Puccinia recondita*.

1.º Grupo — Constituído pelo biótipo mais comum da raça 11 e pela raça 75 com frequências superiores a 30 %. Este grupo é predominante em relação aos outros, destacando-se ainda o biótipo 11A em relação à raça 75 em predominância e em número de presenças no período considerado.

2.º Grupo — Constituído pelas raças 68 e 78 cujas frequências se mostraram medianas e compreendidas entre 4 % e 10 %.

3.º Grupo — Formado pelo conjunto das raças 3, 4, 74, 76, 84, 87, 107, 143 e 183 e pelo biótipo 11F, cujas frequências de isolamento não excederam 2,5 %.

Através da prospecção de raças fisiológicas realizada até 1958 não se distinguiram zonas diferentes no nosso País. Todas as províncias em que se colheu material apresentam-se, pelo contrário, de uma homogeneidade acentuada, em especial, quanto às raças de maior frequência.

É certo que algumas raças fisiológicas foram isoladas apenas em determinadas províncias, tal como sucedeu às raças 76 e 183 e ainda ao biótipo 11F. Este facto, porém, não aparenta por

enquanto possuir qualquer significado de distinção, tanto mais que todas estas foram isoladas em frequência mínima.

A concordância observada quanto à frequência das diferentes raças isoladas nas diversas províncias tem grande interesse em melhoramento, permitindo prever certa constância no critério a seguir na obtenção de trigos melhorados, resistentes à *Puccinia recondita* para diferentes regiões do País.

SUMMARY

Distribution and prevalence of races of* Puccinia recondita *in Portugal during the period 1952 to 1958

The prevalence of races of *Puccinia recondita*, characterized in 471 monosporic cultures established from uredosporic infections on wheat collected in Portugal during 7 years (1952-1958), is studied. Their distribution in the country is indicated, as well as their degree of presence.

Correlation of these factors seems to be a reliable means of evaluating the significance of the various races in breeding work.

The chief conclusions of the present analysis are:

1) — according to these results the races can be grouped as follows:

a) races 11 and 75 (prevalence higher than 30 %)
b) races 68 and 78 (prevalence between 10 % and 4 %)
c) races 3, 4, 11 F, 74, 76, 84, 87, 107, 143 and 183 (prevalence lower than 2,5 %)

2) — Races 11 and 75, besides being predominant in the country as a whole, were also predominant in the samples collected at eight out of the eleven provinces, where the numbers of collections were considered to be sufficient to draw conclusions. The other races also maintained, in those provinces, the same prevalence they showed for the country.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROWN, A. M. & JOHNSON, T.

1949 Studies on variation in pathogenicity in leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* ERIKSS. *Canad. J. Res.* **27** (C): 191-202.

FREITAS, A. P. C. E

1954 Raças fisiológicas de *Puccinia Rubigo-vera* f. sp. *tritici* (ERIKSS. & HENN.) CARL. isoladas em Portugal. *Agron. Lusit.* **16**: 151-174.

1955 *Puccinia Rubigo-vera tritici*. III — Diferenciação fisiológica do inóculo natural de *Puccinia Rubigo-vera* f. sp. *tritici* (ERIKSS. & HENN.) CARL., colhido em 1954 e grau de resistência em plantas jovens de trigos. *Agron. Lusit.* **17**: 241-262.

1957 *Puccinia Rubigo-vera tritici*. IV — Raças fisiológicas isoladas em Portugal em 1955 e grau de resistência, em plantas jovens, de alguns trigos. *Agron. Lusit.* **19**: 233-250.

1959 *Puccinia recondita* ROB. I — Prospecção de raças fisiológicas em trigo durante os anos de 1956 e 1957. *Agron. Lusit.* **21**: 239-268.

1961 *Puccinia recondita* ROB. II — Prospecção de biótipos em 1958 e grau de resistência em plantas jovens de trigo. *Agron. Lusit.* **23**: 85-102.

JOHNSON, T. & NEWTON, MARGARET

1946 Specialization, hybridization and mutation in the cereal rust. *Bot. Rev.* **12**: 337-392.

LOEGERING, W. Q.

1951 Survival of races of wheat stem rust in mixtures. *Phytopathology* **41**: 56-65.

NELSON, R. R., WILCOXSON, R. D. & CHRISTENSEN, J. J.

1955 Heterocaryosis as a basis for variation in *Puccinia graminis* var. *tritici*. *Phytopathology* **45**: 639-643.

OLIVEIRA, A. B. D'

1940 Notas sobre a produção da fase aecídica de algumas ferrugens dos cereais em Portugal. *Rev. Agron.*, Lisboa **28**: 201-208.

SIBILIA, C.

1952 Le razze di *Puccinia triticina* in Italia ed in Europa. *Boll. Staz. Pat. veg.*, Roma ser. 3, **10**: 203-212.

STAKMAN, E. C.

1954 Recent studies of wheat stem rust in relation to breeding resistant varieties. *Phytopathology* **44**: 346-351.

LINHAS MESTRAS DA ZONAGEM CLIMÁTICA PORTUGUESA

POR *J. PINA MANIQUE E ALBUQUERQUE*
(Estação Agronómica Nacional)

INTRODUÇÃO

PARA elaborar um mapa de síntese climática do Continente Português, o nosso ponto de partida foi a *silva climática* indicadora. Chamamos assim um complexo florestal, sempre representativo dum certo clima. Nesta base elaborámos, na escala de 1/500 000, a CARTA ECOLÓGICA DE PORTUGAL (ALBUQUERQUE, 1952). Cromàticamente define analogias fitoclimáticas, e nela se adopta uma nomenclatura zonal de sentido geográfico (1). São apenas as nossas espécies arbóreas indígenas ou remotamente naturalizadas (2) que dão o timbre de cada zona ecológica. O Mapa também nos dá a conhecer o «habitat» potencial das espécies que para ele contribuiram; por conseguinte, da Carta Ecológica de Portugal várias cartas fitoclimáticas elementares se podem extrair, como já se fez para a oliveira (aut. cit., 1961).

Para esta realização cartográfica, o Mapa da Silva Climática (Carta Corológica Autofítica) teve de ser elaborado primeiro (aut. cit., 1943 *b*: 219-220), tendo nele havido recurso a copiosa documentação bibliográfica (3), cartográfica (indicada na Bibliografia) e toponímica (4), ainda completada pela investigação directa

(1) Por exemplo, a zona iberomediterrânea exprime a paisagem agrária de campina (ALBUQUERQUE, 1950 *b*), típica da Meseta de Castela. É nomenclatura algo reveladora, pelo sentido geo-ecológico (aut. cit., 1955) do agrotipo diferenciador.

(2) Em 22 espécies lenhosas assenta a caracterização autofítica das zonas ecológicas do País.

(3) Ver resenha respectiva em aut. cit., 1943 *b*: 222-225, acrescentando-lhe várias monografias regionais e alguns relatórios finais do Instituto Superior de Agronomia.

(4) Copioso arrolamento dalguns milhares de topónimos indicadores, nas folhas da Carta Corográfica, da Carta Agrícola, e no Dicionário de SILVA LOPES (1891-94).

em várias regiões do País, o que permitiu inscrever-lhe cerca de 14 000 sinais de presença actual ou retrospectiva.

Assim decorreu a primeira fase do nosso trabalho de zonagem do clima, só a partir da silva climática indicadora, embora no texto da Carta Ecológica (Cap. II e III), publicado em 1954, a caracterização meteorológica fosse largamente exemplificada.

Passámos então à segunda fase do trabalho de zonagem, para revelar a *expressão climática de cada zona ecológica.* As estatísticas de clima são agora o nosso ponto de partida, para contraprovar o trabalho anterior. Primeiro problema a resolver foi escolher coeficientes apropriados para definir os nossos climas, quase todos de feição mediterrânea, com estas gerais características: quadra mais pluviosa o Inverno; quadra mais xerotérmica o Estio. É sobretudo a aridez estival — quando as chuvas, muito escassas, actuam como factor mínimo, ecològicamente decisivo — em contraste com as outras quadras do ano, o que define os climas mediterrâneos ([1]); é uma fase crítica que os nossos arvoredos e culturas de sequeiro têm de percorrer, havendo, pois, o maior interesse em se avaliar; e para isso estão naturalmente indicados o coeficiente pluviotérmico de EMBERGER (1942)

$$K = \frac{100\,P}{(\bar{M} + \bar{m})\,(\bar{M} - \bar{m})}$$

e o coeficiente estival de GIACOBBE (1937)

$$k = \frac{Pe}{M}.$$

Ambos têm o mérito de empregar apenas valores pluviométricos e térmicos, fáceis de obter, evitando o recurso a expressões climáticas mais complicadas e de resultados precários, como as respeitantes à evaporação ([2]) e humidade relativa ([3]),

---

([1]) A precipitação é um factor discriminativo por excelência; as concomitantes temperaturas também são relevantes, na medida em que provocam a evaporação da chuva caída (GIACOBBE, 1958: 3).

([2]) O evaporímetro, com água sempre renovada, não traduz o que se passa no solo, sujeito, de Verão, a uma dessecação progressiva (GIACOBBE, 1958: 27-28).

([3]) Fenómeno muito variável durante o dia, pouco significativo portanto (*Ibid.*, 29); avalia-se pela diferença de leitura nos termómetros seco e molhado; se este não estiver bem humedecido, cometem-se erros grosseiros, principalmente no Estio.

que podem avaliar-se mais seguramente pelo jogo das temperaturas ([1]).

Porém, a investigação do clima, em determinada área, depende da rede existente de estações e postos meteorológicos, mais ou menos eficiente, consoante a instalação ([2]), o funcionamento ([3]) e a distribuição no território (Carta Ecológica, Cap. IV, § 3). Mas, se a revelação *directa* dos climas locais, ou até sub-regionais, pelas estatísticas meteorológicas, é sempre contingente e fragmentária, pois que depende de haver ou não haver dados locais completos e fidedignos, é justamente para remover esta dificuldade que o nosso método de zonagem pluviométrica e térmica actua, permitindo, gràficamente, *definir o clima de todo e qualquer lugar que nos interesse*, com margem de erro sempre limitada, na região que se investigar. O método seguido revela, para cada localidade, os quatro elementos que entram nas duas fórmulas referidas, a saber: queda pluviométrica anual (P) e estival (Pe); média das máximas do mês mais quente (M), média das mínimas do mês mais frio (m); e é quanto basta para o essencial.

ZONAGEM PLUVIOMÉTRICA

a) *Precipitação*

No território ao sul do Tejo, ao qual tivemos de dar prioridade, como contributo indispensável ao Planeamento regional alentejano e algarvio, há já documentação suficiente em dados meteorológicos; mas o emprego, sobretudo, dos dados pluviométricos exige precauções especiais, porquanto, no conjunto do País,

([1]) A evaporação é sobretudo função da temperatura; e, a seguir, da humidade atmosférica, a substituir, de preferência, pela excursão térmica diurna (GIACOBBE, 1958: 28, 33 e 35). Daí resulta que a evapotranspiração potencial duma superfície revestida de vegetação, com água sempre disponível no solo, pode avaliar-se em função da temperatura e da extensão dos dias (THORNTHWAITE, 1952: 2).

([2]) A obstrução local reduz a água de chuva recolhida no udómetro; como também as instalações colocadas alguns metros sobre o terreno natural, pela acção do vento, que redobra ainda à beira-mar. O erro sistemático elimina-se colocando a boca do aparelho próximo do solo (ALBUQUERQUE, 1957 *a*: 86).

([3]) Por negligência, pode haver erros fortuitos, que o confronto de valores coetâneos de postos vizinhos põe em evidência (aut. cit., 1957 *b*: 267-281).

averiguámos uma percentagem de erros pluviométricos indubitáveis superior a 50% (ALBUQUERQUE, 1957*a*: 74); e o mesmo se verifica, aliás, em redes meteorológicas estrangeiras ([1]). Não obstante, considerando especialmente o Sul do Alentejo e o Algarve, há um número suficiente de postos fidedignos que, *na totalidade de seus valores, e sem lhes fazer correcção de espécie alguma*, dão por si sós um testemunho muito significativo, permitindo a divisão do território em sectores; e notando que, na generalidade do País, há uma *variação hipso-udométrica de 100 mm por 100 m* nos valores normais ([2]), podemos definir *sector pluviométrico* uma *faixa de território onde a pluviosidade em decímetros à mesma altitude é aproximadamente constante*, e numèricamente o define, podendo representar-se em termos de numeração romana; o Algarve, por exemplo, é abrangido pelos sectores V, VI e VII, significando 500, 600, 700 mm de chuva ao nível do mar ([3]).

O desenho sectorial, feito, como se disse, a partir do testemunho de *postos fidedignos integralmente aproveitados*, permite calcular a precipitação normal de qualquer localidade, em função da altitude e da posição no sector. Por exemplo, o posto meteorológico de Bravura, no concelho de Lagos, está precisamente na iso-ieta de 700 mm ao nível do mar, na qual se dá a junção dos sectores VI e VII; como está a 75 m de altitude, e as chuvas aumentam aproximadamente de 100 mm/100 m, a pluviosidade normal será à roda de 775 mm.

E agora, com apoio na rede de postos selectos, onde a zonagem assenta, é possível descobrir, noutros postos, séries parciais de valores também aproveitáveis, que a interpolação com um paradigma adequado põe em evidência; e, destarte, mais documentação fidedigna se aproveita ([4]).

([1]) Ver *Agronomia Lusitana* **19**: 71-100. 1957.

([2]) Lei empírica por nós formulada no I Congresso Nacional de Ciências Agrárias (1943); também apresentada ao XIII Congresso Internacional de Geografia (1949). Ver ALBUQUERQUE, 1943*a*, e 1950*a*.

([3]) Esta noção também a divulgámos, pela primeira vez, no citado Congresso de Geografia (1949), ilustrando o princípio de que não há, em tais fenómenos, mudanças bruscas na natureza (CONRAD & POLLAK, 1950: 263, nota 1).

([4]) A separação de séries pluviométricas tem de se fazer, sempre que, no posto, a instalação, a aparelhagem ou a técnica usada se alterem (*Ibid.*, 12, 14 e 309. ALBUQUERQUE, 1957*a*: 96).

Também este exame crítico, indispensável, dos valores pluviométricos, revela, embora a título excepcional, a presença de *séries excedentes*, de aproximadamente 30 e 50 %, cujo erro sistemático permite fàcilmente corrigi-las e expressá-las na escala normal (ALBUQUERQUE, 1957 *a*: 81-85); e a massa de valores estatísticos aproveitáveis avoluma-se mais ainda.

b) *Frequência pluviométrica*

Como contraprova da selecção de valores pluviométricos, há ainda o recurso ao número de dias de chuva (*n*), devido à correlação que encontrámos em todo o litoral da Península, no Atlântico e no Mediterrâneo, que se pode exprimir desta maneira: *1/10 da frequência pluviométrica, expressa em dias de chuva (*n*), é numèricamente igual à precipitação em decímetros mais uma unidade* (aut. cit., 1960: 264). Por este sistema de verificação, que a todo o Algarve se aplica, contraprova-se e fica assente, ainda em melhores bases, o travejamento da zonagem pluviométrica.

Nos registos da frequência, em número de dias de chuva, também erros pode haver (aut. cit. 1957 *b*: 282-292), independentemente dos que na precipitação se possam observar; e assim, de cada posto udométrico, se pode aproveitar ora um ora outro desses valores *P* e *n*, ou ambos, ou nenhum deles.

Pelos valores selectos da frequência pluviométrica pode-se completar a zonagem da precipitação, preenchendo lacunas, bastando aplicar a fórmula

$$\frac{n}{10} - 1 = P \text{ (dm)}.$$

Assim, por exemplo, no Promontório Algarvio, o número de dias de chuva, averiguado, foi de 90, no posto do Cabo de S. Vicente, devendo-lhe corresponder, consoante a lei empírica formulada, uma pluviosidade normal de 800 mm, quando afinal se registou apenas 395 mm [*Anuário Serv. Hidr.*, **13** (3): 186]. Sucede, porém, que, em toda a costa algarvia, os registos da chuva são muito deficitários pela acção do vento (ALBUQUERQUE, 1957 *b*: 264-267), atingindo, em Sagres, 26,5 km/hora (AMORIM FERREIRA, 1952: mapa 13), e lhe corresponde, pela tabela de KOSCHMIEDER (1934), um défice pluviométrico de 52,0 % (ALBUQUERQUE, op. cit.: 277); à precipitação registada devemos contrapôr o valor correcto

$P = 770$ mm, aproximando-se dos 800, tendo em conta os erros acidentais; e desde já poderemos concluir que o VIII sector pluviométrico, em larga curvatura, passa tangente ao Promontório Algarvio (aut. cit., 1957 *a*: 91).

c) *Chuvas de Estio*

Vejamos agora como se calculam as chuvas de Estio, postas em numerador no coeficiente de GIACOBBE. Obtemo-las gràficamente no mapa de zonagem que representa a *percentagem* de chuvas estivais (Pe), no trimestre mais seco, de Junho até Agosto. Convém aproveitar o testemunho de todos os postos disponíveis, prevendo que o erro, por defeito ou por excesso, na precipitação total do ano, também afecte, proporcionalmente, os valores mensais; rejeitamos apenas valores traduzindo fortes anomalias, que no sentido inverso podem não ter contrapartida, e portanto falseavam o resultado. As linhas marcadas neste mapa definem sectores de igual pluviosidade relativa, e dispõem-se de forma tal que a média dos valores inscritos em cada um se aproxima do valor central; por exemplo, à média do sector compreendido entre 2,5 e 3,0 % deverá corresponder o valor 2,7 ou 2,8 (se a documentação existente fôr assaz abundante). Uma vez conhecida a percentagem p, logo se calcula a precipitação do trimestre mais seco, em função da queda pluviométrica anual, pela fórmula

$$Pe = \frac{P \times p}{100}.$$

ZONAGEM TÉRMICA

Consideremos agora a zonagem térmica da média das máximas do Estio (M) e da média das mínimas do Inverno (m), ecològicamente relevantes, pois que, entre ambas, a vida vegetativa decorre, e nos dois coeficientes referidos têm emprego obrigatório. M é expressão de continentalidade térmica; tanto basta para lhe aquilatar o valor; e mais significativa se torna ainda, conjugando-a com a excursão térmica diária, que, indirectamente, mede a evaporação e a humidade relativa (GIACOBBE, 1958: 38-39). m, por sua vez, pode marcar à vegetação limites de tolerância, executando a lei do mínimo.

A redução térmica ao nível do mar é feita na proporção de 0,8°/100 m para os valores de *M*, e de 0,4°/100 m para os de *m* [1]; são duas variações hipsotérmicas experimentalmente averiguadas, que permitem também fazer desenhos sectoriais. Convém acentuar que o cálculo do gradiente pluviométrico ou térmico só é válido comparando dois postos situados no mesmo sector, afim-de neutralizar, como é mister, a influência da oceanicidade, fazendo variar apenas a altitude.

Cada *sector térmico*, delimitado por duas isotérmicas reduzidas, é uma faixa de território, onde a temperatura normal, à mesma altitude, é aproximadamente constante; e, à semelhança da zonagem pluviométrica, também gràficamente se calculam os valores de *M* e *m* para qualquer lugar que nos interesse, em função da altitude e da posição no sector. Por exemplo, no Algarve, esses dois valores são muito oscilantes, comparando as condições, tão divergentes, entre Alcoutim (cálculo gráfico) e o Cabo de S. Vicente (AMORIM FERREIRA, 1952: mapa 12): 34,9° e 5,6° no primeiro; 21,8° e 10,2° no segundo; difere, pois, em alto grau, a máxima variação térmica normal ($M-m$), entre 29,3° e 11,6° respectivamente, a marcar o contraste flagrante entre a oceanicidade, quase plena, do Promontório, e a sub-continentalidade térmica no vale do Guadiana.

Esta expressão $M-m$ [2], que entra no coeficiente pluviotérmico de EMBERGER, substitui com vantagem, pràticamente, os registos directos da evaporação e humidade relativa (Cf. pág. 193, notas 1 e 2). Por seu turno, o coeficiente estival de GIACOBBE

$$k = \frac{Pe}{\bar{M}}$$

é indispensável para avaliar o rigor da estação seca; todavia, a média das máximas do Estio é já por si uma expressão xerotérmica valiosa, que reflecte simultâneamente o rigor da insolação e a

(1) Como para cada expressão térmica, *M* ou *m*, o desenho sectorial é diferente, também o respectivo gradiente hipsotérmico se calcula, para a mesma localidade, em sectores diversos. Para a média das máximas é 0,86°/100 m entre Bravura (75 m) e Foia (877 m), no sector comum XXIX; ou entre Picota (180 m) e Alportel (330 m), no sector comum XXXII. Para a média das mínimas é 0,48°/100 m, entre Caldas de Monchique (203 m) e Foia (877 m), no sector comum VII.

(2) A variação térmica anual ($M-m$), no consenso dos meteorologistas, é um expressivo coeficiente de continentalidade, imprescindível para caracterizar os climas de regiões temperadas (GIACOBBE, 1949: 50 e 69).

humidade relativa, variando no mesmo sentido que a oscilação térmica, a evaporação e o grau de secura da atmosfera.

Convém notar que os valores, gràficamente obtidos, nos mapas de zonagem térmica, se referem a uma situação ideal plana, de terraço, terra chã ou planalto, como se foram apenas função da oceanicidade e altitude; a realidade é, porém, mais complexa, por efeito do relevo orográfico, com suas variantes de exposição ao sol e ao vento, conjugadas com o pendor do terreno ([1]); e ainda pela cor e natureza lítica do substrato ([2]) e o revestimento vegetal ([3]); nas zonas de relevo tem de se corrigir, para mais ou menos, sobretudo, a zonagem térmica do Estio, se das condições regionais quisermos baixar aos microclimas.

SÍNTESE CLIMÁTICA

Para o estudo da zonagem climática algarvia preparámos, na escala de 1/250 000, os seguintes mapas sectoriais:

1 — da precipitação anual (P) em decímetros, reduzida ao nível do mar;

2 — da percentagem das chuvas do Estio (p), no trimestre de Junho a Agosto;

3 — da média das máximas reduzidas ($\overline{Mr}$), para o bimestre Julho-Agosto;

4 — da média das mínimas reduzidas (mr), para Janeiro.

Assim se podem obter gràficamente todos os valores que entram nos dois coeficientes considerados, para qualquer ponto do mapa, de cota conhecida, e fazer um Cômputo Geral, com

---

([1]) Diferença que, nas encostas do Alto Douro, e durante os meses de verão, chega a 2 e 3°, entre as exposições norte e sul, em declive acentuado, na média dos valores horários, desde o nascer ao pôr do sol, como tivemos ensejo de verificar.

([2]) A reverberação do calor nos xistos durienses é facto bem conhecido e apontado como responsável pelos rigores térmicos da circunscrição vinhateira; os valores máximos, no abrigo, atingem-se, mui significativamente, nos postos de Malvedos e Ribalonga, nos xistos luzentes do Arcaico.

([3]) Parece haver repercussão térmica decrescente pela ordem seguinte: solo pedregoso de xisto; terra de mato; pousio graminoide; terra alqueivada, de cor escura e de cor clara; finalmente os vinhedos, com folhagem ensombrante.

essas indicações climáticas para mais duma centena de localidades algarvias. Este processo de zonagem climática sintética também permite aplicar o método racional de THORNTHWAITE (1948) a qualquer ponto do território, desde que se acrescentem outros dois mapas sectoriais, representando a média térmica reduzida (*Tr*) do mês mais quente, e a do mês mais frio (*tr*), pelas quais também se calculam as dos outros 10 meses intermédios, na justa proporção indicada por um adequado paradigma. Para o bimestre mais quente (Julho-Agosto) obtivemos, confrontando Bravura (75 m) e Foia (877 m), no sector comum XXIII, o gradiente de 0,63°/100 m; para o mês mais frio (Janeiro), entre esses mesmos dois postos, no sector comum X, a variação hipsotérmica foi de 0,49°/100 m.

Também os 12 valores pluviométricos mensais se podem proporcionalmente obter em função do total anual, nas mesmas proporções dum paradigma com o mesmo tipo de *regime pluviométrico*. A distribuição mensal das chuvas tem sempre, com efeito, a maior relevância (DE MARTONNE, 1925: 194), sobretudo no Espaço Mediterrâneo, dando a nota climática específica à vegetação (GIACOBBE, 1949: 52-53). Com os valores pluviométricos e térmicos de cada mês já se pode calcular a evapotranspiração potencial; e também, em complemento, o *balanço hídrico do solo* (THORNTHWAITE, 1948; TAMÉS, 1949).

O nosso método de zonagem climática, portanto, serve para caracterizar o clima de todo e qualquer lugar do Continente, em base gráfica, onde os erros cometidos serão sempre limitados; Isto em consequência de se conhecer já, nas linhas gerais, a *estrutura climática* regional do extremo Sul do País, bem alicerçada no conceito de variabilidade contínua, em que a zonagem assenta e se opera em função da oceanicidade portuguesa e da continentalidade ibérica (CONRAD & POLLAK, 1950: 242; ALBUQUERQUE, 1954*b*: 214). A eficácia do sistema será função do cuidado meticuloso que tem de haver no desenho sectorial, tendo apoio em valores estatísticos prèviamente discutidos e seleccionados ([1]).

Entre os elementos climáticos abrangidos em nosso estudo, a

([1]) O confronto de valores coetâneos tem sempre de se fazer entre postos vizinhos, evidenciando as anomalias que possa haver (ALBUQUERQUE, 1957 *b*: 267-281). Em zonagem pluviométrica, o nosso método dos conglomerados revelou-se eficiente para se descortinar, entre valores discrepantes, o mais correcto e fidedigno (aut. cit., 1960).

zonagem pluviométrica tem um interesse especial ([1]), permitindo elaborar a *Carta das Chuvas* com o pormenor que se quiser, visto as cotas pluviométricas se poderem indefinidamente multiplicar ([2]), como pode ver-se no Mapa que executámos para a Região Algarvia ([3]).

Incluindo os valores de T e t (médias térmicas reais dos meses extremos) no Cômputo Geral, ficamos a dispor duma considerável massa de valores climáticos selectos, dos quais outros ainda podem obter-se, de modo a calcular o novo coeficiente xerotérmico de Giacobbe (1959), que representa um aperfeiçoamento do anterior:

$$k' = \frac{100\ Pe}{\bar{M}\ (M - \bar{m}')}$$

sendo $m' = 2T - M$ = média das mínimas do mês mais quente; $\bar{M} - \bar{m}'$ = máxima excursão térmica do Estio.

Introduzindo, no coeficiente estival, a excursão térmica diurna ($M - m'$), Giacobbe oferece-nos um elemento ecológico dos mais sensíveis e expressivos, que reflecte fielmente as circunstâncias locais, sendo pois indispensável para definir os microclimas (1961 : 36); referindo-se ao breve período de 24 horas, repercute-se profundamente na vida das plantas, com sua marca indelével (*Ibid.*, 35), e exprime fielmente o grau de humidade relativa (*Ibid.*, 29), factor tão importante da evapotranspiração.

Concluído este apuramento de valores, falta ainda a operação complementar a que nos vamos referir. Se inscrevermos na *Carta Ecológica de Portugal* todas as localidades que o nosso Cômputo Climático abrange, podemos também indicar neste a zona fitoclimática onde cada uma delas se situa. Inversamente, cada zona ecológica terá nesse Quadro Geral várias representantes, climàti-

---

([1]) Interesse que redobra no Espaço Mediterrâneo, de chuvas irregulares, muito escassas no Estio, actuando como factor mínimo, ecològicamente decisivo (Giacobbe, 1959: 315).

([2]) Isso nos permitiu, em 1948, preparar a minuta da *Carta Pluviométrica de Portugal segundo valores corrigidos aproximadamente normais*, na escala de 1/250 000, com iso-ietas de 100 em 100 mm, apresentada ao XIII Congresso de Geografia.

([3]) Revisão crítica, mais detalhada, a que sujeitámos os registos udométricos da costa algarvia do sul, mostrou que a correcção aí feita, em 1947, terá de ser mais radical. Assim se justifica a *Carta Pluviométrica da Região Algarvia* agora executada, na mesma escala da anterior.

camente documentadas. Assim, por exemplo, a zona eumediterrânea lá está presente em doze localidades, cujos valores climáticos variam entre limites que agora ficamos a conhecer, servindo, em conjunto, para a definir. Tem-se, com efeito, para cada expressão climática, os seguintes limites de variabilidade: $P = 650$ a 750; $K = 80$ a 99; $\bar{M} - \bar{m} = 20$ a $22°$; $k = 0{,}5$ a $0{,}6$; etc.

Fazendo agora o confronto entre os valores climáticos de zonas ecológicas contíguas, logo se vê os que podem contribuir para as delimitar: serão, em cada caso, os que tiverem valor diferencial. Este método discriminatório permite verificar, pormenorizar e retocar os limites fitoclimáticos da Carta Ecológica de Portugal, e dar a conhecer a *expressão climática de cada zona ecológica.*

Também é agora possível idear uma *chave de classificação dos climas algarvios*, tendo como pontos de apoio, pela ordem hierárquica, do geral ao particular: 1) — a oscilação térmica anual ($M - m$), permitindo distinguir climas marítimos, litorais, sublitorais, transitoriais e subcontinentais; 2) — o coeficiente pluviotérmico de EMBERGER; 3) — o coeficiente estival de GIACOBBE; 4) — a média das mínimas do mês mais frio (m).

Diremos em nota que, às vezes, duas expressões climáticas referidas à mesma localidade, P e K, por exemplo, podem marcar-lhe zonas ecológicas diferentes; isto significa estar na linha de contacto ou perto dela, tornando a diagnose dubitativa; para desempatar, criámos uma nova expressão climática $PK/1000$, também incluída no Cômputo Geral.

ESTAÇÕES ECOLÓGICAS

Se a nossa Carta Ecológica representava sobretudo analogias fitoclimáticas, ela recebe agora um complemento de indicações que a tornam mais expressiva, pelo sentido verdadeiramente climático que às diferentes zonas ecológicas poderemos atribuir, a par e passo que se for executando a zonagem climática do território nacional. Isto conseguido, parece-nos resultado de vulto; e, contudo, abrem-se-nos ainda mais vastas perspectivas. Com efeito, sobrepondo às zonas fitoclimáticas o reticulado das unidades pedológicas, resultam unidades menores, aproximadamente homogéneas, que se denominam *estações ecológicas.* No planeamento regional é do maior interesse defini-las e caracterizá-las. Nos ensaios de cultura arvense de sequeiro, sempre na dependência do solo e do

clima, na mesma zona fitoclimática deve a experimentação executar-se em cada representação de solos que ela abranger. Individualizar as *estações* é pois o necessário complemento do nosso Mapa. Já no texto da Carta Ecológica, publicado em 1954, definimos essas « unidades elementares, aproximadamente homogéneas, com expressão pedológica, fitosociológica, microclimática e agrotípica »; a *estação ecológica* é portanto a unidade de estudo eleita para nos revelar as potencialidades agrárias de cada zona fitoclimática.

RESUMÉ

Traits généraux de la zonation climatique au Portugal

L'auteur de la Carte Écologique du Portugal (Albuquerque, 1952) avait fait la division du territoire en des zones phytoclimatiques, ayant comme point de départ la «sylva» climatique indigène (voir le texte respectif, publié en 1954). La nomenclature y employée traduisait le jeu de trois influences capitales: atlantique, ibérique et méditerranéenne, sans oublier le rôle, parfois décisif, de l'orographie.

D'abord, une tâche complémentaire s'impose: celle de révéler l'expression climatique de chaque zone écologique, et, en même temps, celle de faire la contre-épreuve des bornes phytoclimatiques dressés auparavant. On a commencé par l'Algarbe, pour en exprimer les climats, avec plus de détails que ceux de la Carte Écologique. Réussir une bonne synthèse climatique, et puis la cartographier, c'est le but principal de cette étude, concernant l'extrême Sud du Pays. Nous avons y employé le coefficient pluviothérmique d'Emberger:

$$K = \frac{100\,P}{(\bar{M}+\bar{m})\,(\bar{M}-\bar{m})}$$

et l'indice d'aridité de Giacobbe:

$$k = \frac{Pe}{M}$$

récemment (1958) perfectionné:

$$k' = \frac{100\,Pe}{\bar{M}\,(\bar{M}-\bar{m}')}.$$

Tous les deux ont prouvé très bien au Portugal, où le régime des pluies a, presque toujours, une empreinte méditerranéenne, malgré le voisinage de l'Océan Atlantique. A peine on a recours aux valeurs pluviométriques et thérmiques, desquelles on parvient

aux autres, puisque l'excursion thérmique c'est une expression de continentalité et de l'humidité rélative; et, d'autre part, on peut connaître, en fonction des températures, l'évapotranspiration, par la méthode de Thornthwaite (1948).

Il faut déjà bien signaler une tâche préliminaire indispensable: celle de soumettre a un examen critique, toujours rigoureux, les donnés pluviométriques, car il y a plus de 50% d'erreurs indubitables (Albuquerque, 1957*a*). Pour faire de suite, en tout détail, la synthèse climatique algarbienne, il faut connaître *la zonation de chaque élément* qui entre dans les deux coefficients utilisés; ce sont: la précipitation normale, réduite, de l'année (P); le pour-cent des pluies de l'été ($Pe\,\%$); la moyenne thérmique du mois le plus chaud (T) et celle du mois le plus froid (t); la moyenne des maxima de l'été (M), et celle des minima de l'hiver (m). On passe de ces valeurs réduites aux valeurs réèlles, moyennant le gradient pluviométrique de 100 mm/100 m, verifié au Portugal; et ceux concernant les valeurs thérmiques, de 0,8°/100 m pour M; 0,6°/100 m pour T; 0,4°/100 m pour t et m.

A partir de ces expressions climatiques, d'autres encore on peut obtenir: l'excursion thérmique annuelle ($M - m$), et celle diurne ($M - m'$), étant $m' = 2\,T - M$ la moyenne des minima du mois le plus chaud, en vue d'être

$$\frac{M + m'}{2} = T.$$

Maintenant nous avous là, déjà, toutes les valeurs contenues dans les deux coefficients choisis. D'autre part, l'application de la méthode de Thornthwaite exige que les douze valeurs mensuelles, pluviométriques ou thérmiques, soyent connues, pour le calcul de l'évapotranspiration et du bilan hydrologique; elles peuvent être obtenues par interpolation avec une station voisine bien qualifiée, en fonction de la précipitation annuelle et des moyennes thérmiques des deux mois extrêmes.

On peut alors procéder à l'opération complémentaire suivante: dresser un *Tableau Général* des valeurs climatiques appartenant à plusieurs localités de l'Algarbe, qui représentent assez bien toutes les zones algarbiennes de la Carte Écologique. Pour chaque localité nous trouvons là tous les éléments climatiques considérés, y compris les deux coefficients et aussi la zone écologique corrélative. En sens inverse, pour chaque zone phytoclimatique, il y a quelques

localités représentatives et bien documentées au point de vue du climat, ce qui révele leur *expression climatique,* et en même temps, pour chaque élément, les limites de variabilité.

D'autre part, si on compare des zones écologiques voisines, on peut détacher ceux éléments qui jouent un rôle différentiel, et voici le point de départ pour établir une *clef de classification des climats algarbiens*, ayant recours : 1) — à l'excursion thérmique annuelle, qui nous permet génériquement distinguer des climats maritimes, littoraux, sous-littoraux, de transition, et sous-continentaux ; 2) — au coefficient pluvio-thérmique (d'Emberger) ; 3) — à l'indice d'aridité (de Giacobbe) ; 4) — à la moyenne thérmique des minima. Et voilà l'essentiel de nôtre méthode de zonation climatique portugaise.

BIBLIOGRAFIA

Albuquerque, J. P. Manique e

1943*a* Introdução à zonagem climática portuguesa. O problema da variação pluviométrica. *I Congr. Nac. Ciências Agrárias.* Lisboa, 1943. *Sumário Comun.:* 6 (n.º 6).

1943*b* Zonagem fitoclimática. Como se tem feito em Portugal. *Agron. Lusit.* **5** (3): 191-225.

1950*a* Zonation pluviométrique au Portugal. *C. R. Congr. Intern. Geographie,* Lisbonne, 1949. **2**: 698-711.

1950*b* Agrotipos do Continente Português. *XXIII Congr. Luso-Espanhol para o Progresso das Ciências.* Lisboa, 1950. *Resumo das Comunic.:* 226.

1954*a* *Carta Ecológica de Portugal.* Dir. Ger. Serv. Agric., Lisboa.

1954*b* Dinamismo climático da Região Algarvia, no conceito de Lautensach & Freymann. *Agron. Lusit.* **16** (3): 213-230.

1955 Três conceitos de Ecologia. *Agron. Lusit.* **17** (1): 55-60.

1957*a* Zonagem pluviométrica do Continente Português. I-II. *Agron. Lusit.* **19** (1): 71-100.

1957*b* Zonagem pluviométrica do Continente Português. III-IV. *Agron. Lusit.* **19** (3): 263-294.

1960 Correlação pluviométrica entre precipitação e frequência no Litoral da Península. *Agron. Lusit.* **22** (3): 263-286.

1961 Les Zones écologiques de l'olivier au Portugal. *C. R. de la 1ère Conférence Intern. des Techniciens Oléicoles.* Tanger, 1953: 150-157. *Bol. Junta Nac. Azeite.* **51-52**: 73-80 (versão portuguesa).

Conrad, V. & Pollak, L. W.

1950 *Methods in Climatology.* Harvard University Press, Cambridge. Massachusetts.

De Martonne, E.

1925 *Traité de Géographie Physique.* **1** Libr. Armand Colin, Paris.

EMBERGER, L.

1942 Um project de classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse.* **77**: 97-124.

FERREIRA, H. AMORIM

1952 *O Clima de Portugal. VII. Baixo Alentejo e Algarve.* Serv. Meteor. Nacional, Lisboa.

GIACOBBE, A.

1937 Schema di una teoria ecologica per la classificazione della vegetazione italiana. *Nuovo G. bot. ital.* **45**: 37-121.

1949 *Le basi concrete per una classificazione ecologica della vegetazione italiana.* Stabilimento Tipografico Valbonesi, Forlí.

1958 Ricerche ecologiche sull' aridità nei paesi del Mediterraneo occidentale. *Webbia* **14** (1): 1-79.

1959 Nuove ricerche ecologiche sull' aridità nei paesi del Mediterraneo occidentale. *Webbia* **15** (1): 311-345.

KOSCHIMIEDER, H.

1934 Methods and results of definite rain measurements. III. Danzig report. *Mon. Weath. Rev. Wash.* **62** (1): 5-7.

LOPES, J. B. SILVA

1891-1894 *Dicionario Postal e Corographico do Reino de Portugal.* 3 vol. Imprensa Nacional, Lisboa.

TAMÉS, C.

1949 Bosquejo del clima de España, según la classificación de C. W. Thornthwaite. *Bol. Inst. Invest. agron., Madr.* **20**: 49-123.

THORNTHWAITE, C. W.

1948 An approach toward a rational classification of climate. *The Geographical Review* **38** (1): 55-94.

1952 The water balance in arid and semiarid climates. *International Symposium on Desert Research,* Jerusalém, 1952.

MAPAS GEOGRÁFICOS E ESTATÍSTICAS DE CLIMA

ALBUQUERQUE, J. P. MANIQUE E

1952 *Carta Ecológica de Portugal.* Esc. 1/500 000. Dir.-Ger. Serv. Agr., Lisboa.

FOLQUE, P. R.

1910 *Carta Agrícola e Florestal de Portugal.* Esc. 1/500 000. Dir. Ger. de Agricultura, Lisboa.

ANÓNIMOS

1882-1907 Pranchetas de campo do reconhecimento florestal e agrícola. Esc. 1/50 000.

1890-1910 *Carta Agr. e Florest. de Portugal,* folhas parcelares. Esc. 1/25 000 (Alto Douro e Baixo Mondego), e 1/50 000 (Alentejo e Vale do Sado). Dir. dos Serviços da Carta Agrícola, Lisboa.

1865-1904 *Carta Corográfica de Portugal.* Folhas parcelares. Esc. 1/100 000. Dir. Ger. dos Trabalhos Geodésicos e Topográficos, Lisboa.

1954 *Anuário dos Serviços Hidráulicos.* **13** (3). Imprensa Nacional, Lisboa.

INFLUÊNCIA DO FÓSFORO DA SEMENTE NO «VALOR *L*»

POR *J. T. MACHADO GRÁCIO & NOÉMIA O. LIMA*
(Estação Agronómica Nacional)

INTRODUÇÃO

A análise do fósforo do solo pelo método da diluição isotópica baseia-se, como se sabe, na determinação da actividade específica do fósforo numa mistura complexa de fosfatos que se constitui no solo após a incorporação de um fosfato solúvel marcado. Admite-se que essa mistura é homogénea e formada pelo fosfato adicionado e por alguns dos fosfatos do solo que se supõe constituirem o chamado fósforo assimilável do solo.

Para a determinação dessa actividade específica é necessário extrair do solo uma amostra daquela mistura, o que se consegue empregando as plantas como agentes extractivos, em vez dos reagentes químicos. Só assim a amostra colhida pode ser tomada como representativa daquela mistura que é, em princípio, constituída única e exclusivamente pelo fósforo susceptível de ser absorvido pelas plantas.

Assim, se homogeneizarmos com um dado peso de terra uma quantidade B de um fosfato solúvel marcado de actividade específica S_f, e se for L a quantidade de fósforo do solo com a qual se foi diluir o fósforo adicionado, a actividade específica da mistura será dada por

$$\frac{S_f \cdot B}{L + B} \quad (I)$$

Se admitirmos que só intervêm em L os fosfatos do solo que são assimiláveis pelas plantas, o fósforo absorvido por uma planta cultivada naquele solo deverá ter uma actividade específica igual à estabelecida na relação (I). Então, se chamarmos S_p à actividade específica do fósforo absorvido pela planta, será:

$$\frac{S_f \cdot B}{L + B} = S_p$$

donde resulta a fórmula

$$L = B\left(\frac{S_f}{S_p} - 1\right)$$

que nos dá o «valor L» do solo em função de duas grandezas prèviamente conhecidas (B e S_f) e de uma outra (S_p) que, sendo a relação P^{32}/P^{31} do fósforo absorvido, se poderia determinar por análise de qualquer fracção da planta se nesta não se encontrasse também, além do P^{31} absorvido do solo, algum P^{31} proveniente da semente.

Portanto, para a determinação correcta de S_p é necessário conhecer-se qual a fracção do P^{31} doseado que provém da semente. Só depois de deduzida esta ao fósforo total doseado se obtém a quantidade de P^{31} proveniente do solo, podendo então calcular-se o valor correcto de S_p.

A fim de contornar esta dificuldade Scott Russell *et al.* (1957) calculam uma estimativa de fósforo contido na semente e subtraiem-no ao total do fósforo doseado na planta. Como é óbvio, este processo exige a recuperação total da planta, e portanto a separação de todas as raízes do solo. Estas têm de ser lavadas repetidas vezes até não terem aderentes quaisquer partículas de solo. Na prática é muito difícil, especialmente nos solos argilosos, conseguir uma boa recuperação do raizame e obtê-lo devidamente limpo de partículas terrosas. Além disso tem de evitar-se o arrastamento do fósforo das raízes pelas águas de lavagem. Para tal Scott Russell *(loc. cit.)* recomenda o uso do acetato de chumbo que, segundo aquele autor, provoca a precipitação do fósforo à superfície e no interior das raízes, diminuindo deste modo as perdas durante a lavagem.

Por outro lado, como a absorção de fósforo pelas plantas parece ser acompanhada de uma excreção do mesmo elemento (Michael & Marschner, Scott Russell *et al.*, 1953) não é válido admitir-se que todo o P^{31} da semente permaneça no interior da planta até ao final da experiência.

Por estas razões outros autores como Fried & Dean (1955), Larsen (1952), Gunnarsson & Fredriksson (1952) e Sokolov (1955) propõem que se adopte um período de crescimento mais longo tal que, devido à acção conjunta da absorção e da excreção, a quantidade de fósforo da semente que ainda permanece na planta

no final do ensaio, seja negligível em relação ao fósforo absorvido do solo e do adubo.

A finalidade do nosso trabalho é esclarecer qual dos critérios apontados é o mais apropriado à análise do fósforo do solo pelo método da diluição isotópica. Por isso introduzimos no nosso ensaio as variantes que mais podem contribuir para pôr em evidência o efeito do fósforo da semente nos resultados obtidos. Assim, compara-se o «valor *L*» obtido segundo cada um dos critérios, num solo muito pobre em fósforo e com sementes que, embora da mesma origem, diferiam muitíssimo no seu teor em fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

a) *Solo*

Utilizou-se nesta experiência um V_t (solo amarelo, podzolizado, proveniente de arenitos — pH 5,6) muito pobre e não fixador de fósforo.

A terra foi seca ao ar, crivada por um crivo de 3 mm e depois muito bem homogeneizada. Em seguida pesaram-se quantidades de 1,100 kg para pequenos vasos de plástico revestidos de papel impermeável. Determinou-se experimentalmente, por tentativas, o volume de líquido a juntar à terra de cada vaso de modo a obter a incorporação homogénea do fosfato marcado no solo e a humedecer este, facilitando a mistura e evitando o levantamento de poeiras. Fixou-se este volume em 50 ml. Em seguida preparou-se uma solução de $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$ marcado, contendo 0,212 mgP/ml, com uma actividade específica de 225,47 mμC P^{32}/mgP^{31}. A terra de cada vaso foi muito bem homogeneizada com 50 ml desta solução de fostato marcado, num misturador eléctrico.

b) *Semente*

A partir de um lote heterogéneo de sementes de trigo da mesma origem conseguimos obter, por selecções sucessivas, dois lotes homogéneos *A* e *B*, constituídos respectivamente por sementes pequenas e sementes grandes. As diferenças no peso e no fósforo total são superiores a do simples ao dobro como se pode ver nos Quadros I e II, onde se encontram registados, respectivamente, o peso seco e o fósforo total de várias amostras de dez sementes, colhidas ao acaso em ambos os lotes. Deve notar-se que as sementes

QUADRO I

Peso das amostras de 10 sementes colhidas ao acaso nos lotes A *e* B

Amostra	*A*	*B*	Diferenças
1	0,2180	0,4831	0,2633
2	0,2381	0,4930	0,2549
3	0,2518	0,4852	0,2334
4	0,2555	0,4948	0,2393
5	0,2649	0,4856	0,2207
6	0,2441	0,5165	0,2724
7	0,2560	0,5237	0,2677
8	0,2481	0,4935	0,2454
9	0,2439	0,5002	0,2563
10	0,2570	0,5140	0,2570
11	0,2355	0,5215	0,2860
12	0,2356	0,5063	0,2707
13	0,2415	0,5037	0,2622
14	0,2452	0,4830	0,2378
15	0,2437	0,4727	0,2290
16	0,2190	0,4993	0,2803
17	0,2451	0,4990	0,2539
18	0,2439	0,5052	0,2613
19	0,2480	0,4979	0,2499
20	0,2513	0,5037	0,2434
21	0,2424	0,4939	0,2515
22	0,2291	0,4916	0,2625
23	0,2513	0,5137	0,2624
24	0,2402	0,4890	0,2488
25	0,2355	0,5296	0,2941
26	0,2496	0,4873	0,2377
27	0,2488	0,5087	0,2599
28	0,2470	0,4790	0,2320
29	0,2340	0,5159	0,2819
30	0,2398	0,5122	0,2724
Totais	7,3039	15,0028	7,6958
Médias	0,2435	0,5001	0,2565

Diferença entre os lotes: A. S.

Média das amostras: A. S.

$100 \cdot s / \bar{x}$: lote *A*: 4,23 % ; lote *B*: 2,82 %

grandes têm uma maior percentagem de fósforo na matéria seca (0,38 % em *A* e 0,42 % em *B*), não existindo portanto uma relação linear entre o peso e a quantidade de fósforo das sementes.

Prepararam-se vinte e quatro vasos semeando-se em cada um doze sementes prè-germinadas no escuro durante 48 horas a 30° C.

QUADRO II

Fósforo total das amostras de 10 sementes colhidas ao acaso nos lotes A *e* B

Lote	Amostra	Matéria seca de 10 sementes	Fósforo total	
		g	mg	%
A	I	0,2168	0,84	0,39
	II	0,2115	0,81	0,38
	III	0,2127	0,80	0,38
	IV	0,2159	0,81	0,38
	V	0,2100	0,76	0,36
	Média	0,2134	0,80	0,38
B	VI	0,4291	1,82	0,42
	VII	0,4473	1,86	0,42
	VIII	0,4434	1,82	0,41
	IX	0,4176	1,74	0,42
	X	0,4249	1,77	0,42
	Média	0,4324	1,80	0,42

Médias do fósforo total (mg e %): A. S.

Nos doze primeiros semearam-se sementes pequenas e nos restantes sementes grandes.

Seis dias após a sementeira desbastaram-se as plantas para dez por vaso e aplicou-se-lhes uma adubação complementar de azoto e potássio (50 ml/vaso de uma solução contendo 640 mg de KNO_3 e 420 mg de NH_4NO_3 por litro).

Durante a experiência as plantas foram regadas com água destilada.

c) *Colheita e análise das plantas*

Efectuaram-se três colheitas escalonadas ao longo do tempo, entrando em cada colheita cinco vasos de plantas provenientes de sementes pequenas e cinco vasos de plantas provenientes de sementes grandes:

1.ª colheita — após 20 dias . . . vasos 1 a 5 e 6 a 10
2.ª colheita — após 38 dias . . . vasos 11 a 15 e 16 a 20
3.ª colheita — após 67 dias . . . vasos 21 a 25 e 26 a 30

Colheram-se em primeiro lugar as partes aéreas, cortando-as logo acima do coleóptilo. O material foi depois seco na estufa a 90° C durante vinte e quatro horas.

Em seguida à colheita da parte aérea regou-se o solo de cada vaso com 50 ml duma solução de acetato de chumbo a 15 %; esta solução, que se junta ao solo vinte e quatro horas antes da colheita das raízes, tem por fim provocar a precipitação do fósforo no interior das raízes, evitando o seu arrastamento durante a subsequente lavagem destas.

Tentou-se obter a recuperação total das raízes utilizando a seguinte técnica: retirava-se do vaso o saco de papel impermeável contendo a terra, comprimia-se entre as mãos e lançava-se a terra num crivo hemisférico de malha fina, colocado sob o jacto de água de uma torneira. Aí a terra ia sendo cuidadosamente amassada com as mãos protegidas de luvas de borracha, até que a água começasse a aparecer limpa depois de atravessar o crivo. Retiravam-se as raízes do crivo, espremiam-se ligeiramente entre as mãos, e depois introduziam-se num grande tubo de ensaio onde se agitavam várias vezes com água destilada até esta ficar completamente límpida. Recolhiam-se as raízes e secavam-se ao ar durante cerca de uma hora sobre uma folha de papel absorvente, sendo depois ligeiramente sacudidas sobre o papel a fim de se libertarem alguns grãos de areia que tivessem ficado retidos entre o emaranhado das raízes. Depois eram secas na estufa a 90° C durante vinte e quatro horas.

A secagem prévia, feita ao ar sobre o papel absorvente, evita que as raízes se colem ao vidro dos pesa-filtros durante a secagem na estufa. Foram pesadas separadamente as raízes e a parte aérea das plantas de cada vaso procedendo-se em seguida à digestão por via húmida em balões de Kjeldahl de 100 ml, com 15 ml de

HNO_3, 3 ml de H_2SO_4 e 4 ml de $HClO_4$ a 60 % em cada balão. Após a digestão o líquido límpido foi transferido quantitativamente para balões graduados de 25 ml, perfazendo-se o volume com água destilada depois de completamente arrefecidos.

Nestes 25 ml fizeram-se as contagens em alíquotas de 10 ml e a partir deles fizeram-se diluições de 1/10 onde se doseou o fósforo total pelo método colorimétrico de Misson num espectrofotómetro «Unicam SP 600» (Fleury & Leclerc, 1943).

Em todas as contagens usou-se um tubo de Geiger para líquidos do tipo «M6H da 20th Century Electronics» e um *auto-scaler* tipo «T300-D657», da Panax Equipment Ltd.

RESULTADOS. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Apresentam-se no Quadro III os pesos da matéria seca e os resultados das contagens e das análises do fósforo total, das raízes e da parte aérea das plantas provenientes dos dois lotes de sementes, colhidas após os três períodos de crescimento adoptados.

Os «valores *L*» apresentados foram calculados com base nas quantidades de P^{31} e P^{32} doseadas nas plantas, isto é, sem entrar em conta com o fósforo da semente, usando a seguinte expressão:

$$L = \left(\frac{S_f}{S_p} - 1 \right) . 0{,}048$$

onde

S_f é a actividade específica do fosfato marcado adicionado, em mμC P^{32}/mg P^{31};

S_p é a actividade específica do fósforo na planta, em mμC P^{32}/mg P^{31};

0,048 é o fosfato marcado adicionado por cinco gramas de solo, em mg,

que nos dá o «valor *L*» expresso em mgP/5 g de solo.

No Quadro IV apresentam-se os resultados para as plantas completas (raízes + parte aérea) entrando em linha de conta com o P^{31} contido nas sementes. Assim, no lote A, ao fósforo total das plantas de cada vaso (soma do fósforo total da parte aérea

QUADRO III

[illegible]	[illegible]	N.º do vaso	Matéria seca (g): [illegible]	[illegible]	[illegible]	Média	Parte aérea: P³² muC	Fósforo total: mg	Fósforo total: %	S_p	Valor L mg P/5 g de solo	Média	Raízes: P³² muC	Fósforo total: mg	Fósforo total: %	S_p	Valor L mg P/5 g de solo	Média
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	71,46	[illegible]	0,098	46,97	0,575	0,32	81,69	0,084	0,075
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	0,37	74,53	0,097		53,02	0,587	0,30	90,32	0,072	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	69,45	[illegible]		50,74	0,600	0,30	84,52	0,080	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,089		54,01	0,575	0,31	93,93	0,067	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	76,87	0,093		53,77	0,587	0,32	91,61	0,071	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,056	0,060	82,01	0,812	0,20	101,00	0,059	0,056
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,063		78,54	0,687	0,19	114,43	0,047	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	0,31	[illegible]	0,070		83,27	0,850	0,19	97,96	0,063	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,052		98,17	0,925	0,18	106,13	0,054	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	0,28	[illegible]	[illegible]		79,96	0,787	0,20	101,60	0,059	
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,23	107,49	0,053	0,054	63,11	0,587	0,12	107,52	0,053	0,056
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	0,23	[illegible]	0,046		62,54	0,550	0,11	113,72	0,047	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	0,23	99,27	0,061		48,48	0,475	0,13	102,07	0,058	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	0,24	[illegible]	0,053		64,27	0,650	0,11	98,88	0,061	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	0,23	104,14	0,056		57,49	0,587	0,10	97,94	0,062	
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,138	0,151	73,18	1,125	0,37	65,05	0,118	0,120
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,136		63,06	0,975	0,35	64,67	0,119	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	49,41	0,171		68,73	1,087	0,40	63,62	0,122	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,160		61,18	1,025	0,36	59,69	0,133	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	0,37	[illegible]	0,149		61,98	0,913	0,34	67,88	0,111	
[illegible]	[illegible]	16	—	[illegible]	—	[illegible]	—	—	—	—	—	0,124	—	—	—	—	—	0,094
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	0,33	72,29	0,102		83,89	1,150	0,21	72,95	0,100	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		77,15	1,050	0,20	73,47	0,099	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,143		89,12	1,112	0,18	80,14	0,087	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	0,34	64,93	0,119		82,21	1,050	0,19	78,30	0,090	
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,24	76,76	0,094	0,080	70,13	0,737	0,12	95,56	0,065	0,080
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	0,24	94,76	0,067		61,07	0,675	0,12	90,47	0,071	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		126,77	[illegible]	0,23	90,14	0,072		51,00	0,612	0,11	86,60	0,077	
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		111,58	[illegible]	0,24	84,49	0,080		59,75	0,775	0,12	77,09	0,092	
		30	[illegible]		[illegible]		112,28	4,000	0,22	77,90	0,091		64,21	0,862	0,13	73,32	0,099	

QUADRO IV

Sementes	Colheita	N.º do vaso	Fósforo total mg	Fósforo total absorvido mg	Fósforo da semente em % do absorvido	P^{32} mμC	S_p	Fósforo absorvido: Do abubo mg	Fósforo absorvido: Do solo mg	Valor L mg P/5 g de solo	Média
Pequenas (Lote A)	20 dias	1	1,625	0,825	97	122,00	147,87	0,541	0,284	0,025	
		2	1,732	0,932	86	140,60	150,85	0,623	0,309	0,024	
		3	1,700	0,900	89	127,14	141,26	0,564	0,336	0,029	0,026
		4	1,875	1,875	74	156,53	145,60	0,694	0,381	0,026	
		5	1,887	1,087	74	153,71	141,40	0,682	0,405	0,028	
	38 dias	11	2,762	1,962	41	285,05	145,28	1,264	0,698	0,026	
		12	2,712	1,912	42	276,09	144,39	1,224	0,688	0,027	
		13	3,225	2,425	33	299,77	123,62	1,329	1,096	0,039	0,031
		14	4,275	3,475	23	460,50	132,51	2,042	1,433	0,034	
		15	2,862	2,062	39	289,45	140,37	1,284	0,778	0,029	
	67 dias	21	3,962	3,162	25	425,89	134,69	1,889	1,273	0,032	
		22	4,363	3,563	22	502,05	140,90	2,227	1,336	0,029	
		23	3,600	2,800	28	358,70	128,11	1,591	1,209	0,036	0,033
		24	4,213	3,413	23	447,55	131,13	1,985	1,428	0,034	
		25	3,962	3,162	25	408,95	129.33	1,814	1,348	0,036	
Grandes (Lote B)	20 dias	6	3,250	1,450	124	196,67	135,63	0,872	0,578	0,032	
		7	2,950	1,150	156	179,13	155,76	0,794	0,356	0,022	
		8	3,437	1,637	110	184,85	112,92	0,820	0,817	0,048	0,030
		9	2,950	1,150	156	161,49	140,42	0,716	0,434	0,029	
		10	2,888	1,088	165	170,66	156,85	0,757	0,331	0,021	
	38 dias	16	—	—	—	—	—	—	—	—	
		17	3,825	2,025	89	277,27	136,92	1,230	0,795	0,031	
		18	4,150	2,350	77	263,57	112,15	1,169	1,181	0,048	0,044
		19	4,612	2,812	64	287,91	102,38	1,277	1,535	0,058	
		20	4,000	2,200	82	273,71	124,40	1,214	0,986	0,039	
	67 dias	26	4,862	3,062	59	385,11	125,77	1,708	1,354	0,038	
		27	4,488	2,688	67	420,49	156,43	1,865	0,823	0,021	
		28	4,237	2,437	74	379,77	155,83	1,684	0,753	0,021	0,030
		29	4.463	2,663	67	371,33	139,44	1,647	0,916	0,030	
		30	4,862	3,062	59	374,79	122,40	1,662	1,400	0,040	

com o fósforo total das raízes) deduziram-se 0,80 mg, correspondentes ao fósforo contido nas dez sementes pequenas das dez plantas que se cultivaram em cada vaso. Obtivemos assim o que se admite ser o fósforo absorvido pela planta.

Ao fósforo total das plantas do lote B deduziram-se 1,8 mg que é a estimativa do fósforo contido em dez sementes grandes.

Os valores de S_p do Quadro IV são bastante mais elevados do que os do Quadro III porque se anulou o efeito de diluição do P^{31} das sementes. A expressão adoptada no cálculo dos «valores L» do Quadro IV foi a mesma que se usou para obter os valores do Quadro III, entranto, é claro, com os novos valores de S_p, que agora representa a actividade específica do fósforo absorvido pelas plantas.

Para dar uma ideia da grandeza relativa que pode atingir, num solo pobre, o fósforo contido nas sementes, insere-se no Quadro IV uma coluna onde, para cada vaso, se exprime o fósforo contido nas dez sementes em percentagem do fósforo absorvido pelas plantas do solo e do adubo.

* * *

Os resultados primeiramente submetidos à interpretação estatística foram os do «valor L» da parte aérea e raiz que figuram no Quadro III, utilizando-se o método da análise de variância e decompondo a variação total em duas partes: «entre tempos» e «dentro dos tempos» ou «erro».

Interessava ainda verificar, em cada lote de sementes e para cada tempo, se as diferenças encontradas entre as médias dos valores obtidos para S_p que figuram também no Quadro III eram ou não significativas. Para tal foi utilizado o «teste t».

Foi ainda feita a interpretação dos valores de L que figuram no Quadro IV pelo método usado na interpretação dos valores do Quadro III.

I. Interpretação dos valores do Quadro III

A. *Parte aérea*

1 — *Sementes pequenas*

QUADRO V

Análise de variância do valor L (μg de P/5 g de solo) nas sementes pequenas

Origem da variação	g. l.	Soma de quadrados	Quadrados médios
Entre tempos . .	2	5727	2863,5 **
Erro	12	541	45,1
Total . . .	14	6268	—

Erro experimental (C. V.): 9,5 %.
** Altamente significativo.

As diferenças mínimas significativas, encontradas entre médias, foram:

a 5 % ± 9,3
a 1 % ± 13,0

2 — *Sementes grandes*

QUADRO VI

Análise de variância do valor L (μg de P/5g de solo) nas sementes grandes

Origem da variação	g. l.	Soma de quadrados	Quadrados médios
Entre tempos . .	2	12486	6243 **
Erro	11	2376	216
Total . . .	13 (1)	14862	—

(1) Descontou-se 1 g. l. por um valor perdido.
Erro experimental (C. V.): 12,4 %.
** Altamente significativo.

As diferenças mínimas significativas, encontradas entre médias, foram:

a 5 % ± 20,5
a 1 % ± 28,9

As diferenças cruzadas entre médias e respectivas significâncias [1], encontradas para cada lote, foram:

Sementes pequenas

	67*d*	38*d*
38*d*	6,2	
20*d*	44,2 **	38,0 **

Sementes grandes

	67*d*	38*d*
38*d*	43,4 **	
20*d*	70,0 **	26,5 *

Donde se conclue, que só não diferem significativamente os tempos *38d* e *67d* no lote das sementes pequenas.

Para verificarmos a significância das diferenças entre os 2 lotes, fizemos a análise do conjunto das sementes, pois a homogeneidade das variâncias dos erros foi confirmada pelo « teste de Box ».

QUADRO VII

Análise de variância do valor L *para o conjunto dos 2 lotes de sementes*

Origem da variação	g. l.	Soma de quadrados	Quadrados médios
Entre lotes. . .	1	17280	17280 **
» tempos . .	2	16396	8198 **
Lotes × tempos .	2	1816	908 **
Erro.	23	2917	127
Total . . .	28 (1)	38409	—

(1) Descontou-se 1 g. l. por um valor perdido.
Erro experimental (C. V.): 11,9 %.

Desta análise do conjunto pudémos concluir o seguinte:

— Os 2 dois lotes diferem significativamente (nível 1 %).

— As diferenças verificadas entre os tempos são modificadas pelos lotes (a interacção « lotes × tempos » é altamente significativa). Esta conclusão só nos vem confirmar o que já tínhamos observado ao comparar as diferenças entre médias obtidas em cada uma das análises anteriores.

---

[1] ** Altamente significativo.
* Significativo.

B. *Raiz*

1 — *Sementes pequenas*

QUADRO VIII

Análise de variância do valor L *(μg de P/5g de solo)*
nas sementes pequenas

Origem da variação	g. l.	Somas de quadrados	Quadrados médios
Entre tempos . .	2	500,80	250,40
Erro.	12	1140,93	95,08
Total . . .	14	1641,73	—

Erro experimental (C. V.): 15,6 %.

As diferenças mínimas significativas, encontradas entre médias, foram:

a 5 % ± 13,4
a 1 % ± 18,8

2 — *Sementes grandes*

QUADRO IX

Análise de variância do valor L *(μg de P/5g de solo)*
nas sementes grandes

Origem da variação	g. l.	Soma de quadrados	Quadrados médios
Entre tempos . .	2	4109,74	2054,87 **
Erro.	11	1200,00	109,09
Total . . .	13 (1)	5309,74	—

(1) Descontou-se 1 g. l. por um valor perdido.
Erro experimental (C. V.): 10,7 %.

As diferenças mínimas significativas, encontradas entre médias, foram:

a 5 % ± 14,5
a 1 % ± 20,5

As diferenças cruzadas entre médias e respectivas significâncias, encontradas para cada lote de sementes, foram:

sementes pequenas

67d		
0,2	*38d*	
*	*	
18,6	18,4	*20d*

sementes grandes

67d		
13,2	*38d*	
**	**	
39,8	26,6	*20d*

Daqui se conclui que, tanto numas sementes como noutras, os tempos 38 e 67 dias não diferem significativamente. É de notar, no entanto, que nas sementes grandes as outras diferenças são todas altamente significativas enquanto nas pequenas são apenas significativas e não manifestadas na análise de variância.

Como o teste de Box mostrou serem homogéneas as variâncias dos erros obtidos nas duas análises anteriores, fez-se a análise de conjunto que nos permitiu tirar conclusões a respeito da significância da diferença entre os dois lotes de sementes.

QUADRO X

Análise de variância para o conjunto dos 2 lotes de sementes

Origem da variação	g. l.	Somas de quadrados	Quadrados médios
Entre lotes . . .	1	9720,00	9720,00 **
Entre tempos . .	2	4679,27	2339,64 **
Tempos × lotes .	2	571,40	285,70 *
Erro	23	1700,80	73,95
Total . . .	28 (¹)	16671,47	—

(¹) Descontou-se 1 g. l. por um valor perdido
Erro experimental (C. V.): 10,7 %.

Esta análise de conjunto permitiu-nos concluir que:

— Os lotes diferem significativamente (nível 1 %).
— As diferenças verificadas entre os tempos são modificadas pelos lotes (a interacção é significativa).

Em resumo: quer nas raízes quer na parte aérea, os dois lotes diferem significativamente nos tempos 38 dias e 67 dias no lote das sementes pequenas e nos tempos 20 dias e 38 dias no lote das sementes grandes.

No caso das raízes não há diferenças significativas para o valor L nos tempos 38 dias e 67 dias em qualquer dos dois lotes.

II. Ensaio de significância das médias dos valores de S_p do Quadro III

QUADRO XI

Valores de «t» obtidos

Tempos / Lotes	20 dias	38 dias	67 dias
Sementes pequenas . .	4,960 **	0,941	0,691
Sementes grandes . .	4,277 **	3,333 *	0,001

Do Quadro XI conclui-se que as médias dos valores de S_p obtidos nas raízes e na parte aérea diferem significativamente ao nível 1 %, após 20 dias de vegetação, nos dois lotes de sementes e ao nível 5 %, após 38 dias de vegetação, no lote das sementes grandes.

As outras diferenças encontradas não são significativas.

III. Interpretação dos valores L do Quadro IV

1 — *Sementes pequenas*

QUADRO XII

Análise de variância do valor de L nas sementes pequenas

Origem da variação	g. l.	Soma de quadrados	Quadrados médios
Entre tempos . .	2	126,53	63,26
Erro.	12	170,40	14,20
Total . . .	14	296,93	—

Erro experimental (C. V.): 12,4 %.

As diferenças mínimas significativas, encontradas entre médias, foram:

a 5 % ± 5,2
a 1 % ± 7,3

2 — *Sementes grandes*

QUADRO XIII

Análise de variância do valor L nas sementes grandes

Origem da variação	g. l.	Somas de quadrados	Quadrados médios
Entre tempos . .	2	635,2	317,6
Erro.	11	1205,2	109,6
Total . . .	13 (¹)	1840,4	—

(¹) Descontou-se 1 g. l. por um valor perdido.
Erro experimental (C. V.): 30,2 %.

As diferenças mínimas significativas, encontradas entre médias, foram:

a 5 % ± 14,6
a 1 % ± 20,6

A diferenças cruzadas entre médias e respectivas significâncias encontradas para cada lote de sementes, foram:

Sementes pequenas

20d		
4,6	*38d*	
7,0 *	2,4	*67d*

Sementes grandes

20d		
0,4	*38d*	
14,0	13,6	*67d*

O que permite concluir que, apenas nas sementes pequenas, os tempos 20d e 67d diferem significativamente (nivel 5 %).

Neste caso não foi possivel fazer uma análise de conjunto dos dois lotes para averiguar a significância da diferença entre eles, porque as variâncias do erro nas análises anteriores não são homogéneas (teste de Box).

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Da análise do Quadro III verifica-se que o valor *L*, quer da parte aérea, quer da raiz, é fortemente influenciado pelo fósforo da semente. A diferença entre os valores obtidos com sementes pequenas e sementes grandes é máxima durante os primeiros dias de crescimento e vai-se atenuando com o tempo. Porém, mesmo

no período mais longo (67 dias), ainda não se igualaram os valores *L* obtidos nos dois grupos.

No lote *A* o valor *L* não difere significativamente da primeira para a segunda colheita, embora se tenha verificado do segundo para o terceiro período um aumento de fósforo absorvido pela planta (Quadro IV) bastante superior a 50 % do aumento que se verificou do primeiro para o segundo período, em que houve uma apreciável redução do valor *L*. Parece portanto ter-se atingido uma certa estabilização daquele valor; daqui para diante a actividade específica do fósforo que se encontra no interior da planta é cada vez menos influenciada pelo fósforo que vai sendo absorvido, porque a absorção se torna cada vez menos intensa, sendo portanto o fósforo absorvido cada vez mais insignificante em relação ao total já acumulado na planta. Pelo contrário no lote *B* o valor *L* da parte aérea difere significativamente do segundo para o terceiro período. Não se atingiu portanto a zona de estabilização por ser ainda muito grande a diferença entre a actividade específica do fósforo no interior da planta e a actividade específica do fósforo que está sendo absorvido.

Portanto o período máximo de crescimento adoptado não foi suficiente para que se igualassem os valores *L* calculados a partir da parte aérea de plantas provenientes de sementes com teores em fósforo tão dispares como no caso presente.

Verifica-se também que as actividades específicas na raiz e na parte aérea não diferem significativamente no segundo e terceiro períodos de crescimento no lote *A* enquanto que no lote *B* isso só acontece no terceiro período de crescimento. Na realidade durante o primeiro período no lote *A* e o primeiro e segundo períodos no lote *B* a actividade específica na raiz mantem-se em geral superior à da parte aérea. Tal facto pode ser devido a que após a germinação o fósforo da semente tenha migrado principalmente para a parte aérea, pois esta cresceu à taxa de 0,0150 mg/dia no lote *A* e 0,0211 mg/dia no lote *B*, enquanto que a taxa de crescimento das raízes foi respectivamente de 0,0090 e 0,0140 mg/dia, supondo constante a taxa de crescimento durante os primeiros vinte dias.

Além disso, devido à excreção de fósforo pela raiz, o balanço do sistema absorção-excreção traduzir-se-ia, de princípio, numa saída de P^{31} e entrada de P^{32}, o que também contribuiria para elevar mais ràpidamente a actividade específica na raiz.

O fenómeno deve processar-se do mesmo modo em ambos os lotes; porém, no lote *B* as actividades específicas da parte aérea e radicular levaram mais tempo a igualar-se porque a quantidade de P^{31} da semente a diluir é superior ao dobro da existente no no lote *A*. A influência de P^{31} da semente é de início menor no sistema radicular; portanto a diluição isotópica no interior da planta só se atinge ao fim de um certo período de tempo, que é tanto maior quanto maior for o teor em P^{31} da semente. Supomos, portanto, que haverá toda a conveniência em exagerar um pouco a adubação azotada a fim de promover uma maior taxa de crescimento e diminuir a influência do fósforo da semente o mais ràpidamente possível. Pode verificar-se ainda que, em ambos os lotes, o fósforo contido nas raízes aumenta substancialmente do primeiro para o segundo período de crescimento, para decrescer acentuadamente do segundo para o terceiro período chegando, em ambos os lotes, o fósforo das raízes, na altura da terceira colheita, a ser inferior ao fósforo contido nas raízes na altura da primeira colheita.

Segundo julgamos, tal facto pode ser devido a que, no último período, a taxa de crescimento da parte aérea excedeu largamente a do sistema radicular (9,76 vezes no lote *A* e 22,16 vezes no lote *B*). Por este facto, e dada a pobreza do solo, a absorção não deve ter sido suficiente para suprir as necessidades da parte aérea, pelo que a planta se viu forçada a mobilizar grande parte do fósforo das raízes para a parte aérea.

Assim, a percentagem de fósforo na matéria seca nas raízes anda por cerca de metade da determinada na parte aérea.

A análise estatística dos valores *L* do Quadro IV revelou que os resultados obtidos com os dois lotes de sementes não são comparáveis, isto é, constituem populações distintas. Deve notar-se que no lote das sementes pequenas ainda se registaram diferenças significativas entre o primeiro e último período de crescimento e que o facto de não existirem diferenças significativas no lote das sementes grandes é apenas devido ao elevadíssimo erro experimental (30,2 %).

Os resultados do Quadro IV mostram que, contràriamente a todas as expectativas, a técnica e o método de cálculo aceitados não foram suficientes para anular a influência do fósforo da semente no valor *L*, apesar dos especiais cuidados com que foi feita a selecção das sementes, e da baixa percentagem de argila do solo utilizado, que permitiu uma lavagem e recuperação das

raízes muito melhor do que é possível obter na maioria dos casos. Verifica-se pois que, apesar de todos os cuidados tomados não foi possível controlar as várias causas do erro, já apontadas na introdução deste trabalho, a que está sujeita a técnica preconizada por SCOTT RUSSELL *et al.* (1957). Ela conduz a erros experimentais muito mais elevados do que os que se verificam quando se despreza o fósforo contido nas sementes e raízes. Contudo, os resultados obtidos sem entrar em linha de conta com o fósforo da semente tendem, como é óbvio, a exagerar a riqueza dos solos em fósforo, em especial a dos muito pobres, pois é nestes que se torna particularmente difícil conseguir que se possa considerar inegligível o fósforo contido na semente, em relação ao total absorvido. No caso presente e para as sementes pequenas, o fósforo da semente representa ainda, ao fim de 67 dias de crescimento, entre 22 a 28 % do total do fósforo absorvido. Convém notar no entanto que a quantidade de fósforo adicionada por vaso é superior à quantidade de fósforo lábil do solo existente por vaso (6,6 mg); por isso, em ambos os lotes e em qualquer dos períodos de crescimento, foi sempre bastante maior a absorção de fósforo do adubo do que a do fósforo do solo. Daqui resulta que o efeito do fósforo da semente no valor *L* da parte aérea terá de ser forçosamente bastante mais acentuado neste solo, excessivamente pobre, do que na maioria dos outros solos do Continente

Parece-nos portanto preferível adoptar a técnica da determinação do valor *L* apenas na parte aérea das plantas, sem entrar em linha de conta com o fósforo contido nas sementes pois que, além de menos trabalhosa, permite obter resultados com um erro experimental bastante menor, desde que sejam observadas as seguintes condições:

1 — Fazer uma selecção prévia das sementes eliminando as maiores; poder-se-á tentar até a supressão de parte do endosperma.

2 — Procurar utilizar plantas em que a razão taxa de crescimento/peso da semente seja o mais elevada possível, recorrendo sempre que possível ao corte ou desponta das plantas.

3 — Aplicar por vasos uma boa adubação mineral completa, com especial enfase no que respeita ao azoto.

4 — Adoptar um período de crescimento bastante longo (nunca inferior a 30 dias para os cereais) sob condições ambientais que estimulam um rápido desenvolvimento vegetativo.

SUMMARY

It is generally recognized that the phosphate content of the seeds can lead to errors when labile soil phosphate is determined by applying the principle of isotopic dilution to the results obtained when plants are grown in soils to which labeled phosphate has been added.

Some authors make allowance for the phosphate content of the seeds, but others prefer to neglet it in the calculation of «*L* values».

In this work, the magnitude of the errors for each case was investigated by means of a pot experiment. Two groups (*A* and *B*) of wheat seeds were obtained by progressive selection, so that the seeds from group *B* were more than twice as heavy as the seeds from group *A* (Table I).

A very poor sandy soil was used in this experiment and a set of thirty pots was prepared; in fifteen pots seeds from group *A* and in the others pots seeds from group *B* were sown.

The plants from five pots of each group were harvested and the roots removed from soil 20, 38 and 67 days after sowing, oven dried and analyzed for their P^{31} and P^{32} content. The «*L* values» were calculated making allowance (Table IV) and not making allowance (Table III) for the phosphate content of the seeds.

The results obtained show that the errors are greater when allowance is made for the phosphate content of the seeds than when such allowance is not made and that the time required for isotopic dilution to be reached inside the plants increases according to the phosphate content of the seeds.

An interpretation of the factors which determine the magnitude of the errors is attempted and, according to the results obtained it seems that there is no reason for making such allowance.

As on the other hand the complete removal of plant roots from soil is always a very difficult, tedious and laborious operation, the authors think to be preferable not to account for the phosphate

content of the seeds, provided the following conditions could be fulfilled:

1 — The seeds must be selected; only the smaller seeds should be used.

2 — Plants which the ratio growth rate/seed weight is higher should be used as test plants.

3 — A heavy chemical manuring with special stress on nitrogen should be applied.

4 — The growing period should be made as long as possible and the experiment carried out in conditions favorable to a rapid growth of the plant shoots.

BIBLIOGRAFIA

FLEURY, P. & LECLERC, M.

1943 La méthode nitro-vanado-molybdique de Misson pour le dosage colorimétrique du phosphore. Son interêt en biochimie. *Bull. Soc. Chim. biol., Paris* **25**: 201-212.

FRIED, M. & DEAN, L. A.

1952 A concept concerning the measurement of available soil nutrients. *Soil Sci.* **73**: 263-271.

GUNNARSSON, O. & FREDRIKSSON, L.

1952 A method for determining the amount of « plant available » phosphorus. *Bull. Docum. Ass. Int. Fabr. Superph.* **11**: 16-20.

LARSEN, S.

1952 The use of P^{32} in studies on the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil* **4**: 1-10.

MICHAEL, G. & MARSCHNER, H.

1958 Untersuchungen über die Phosphat-Abscheidung aus Pflanzenwurzeln mit Hilfe von P^{32}. *Z. PflErnähr. Düng.* **80**: 1-18.

RUSSELL, R. SCOTT, MARTIN, R. P. & BISHOP, O. N.

1953 A study of the absorption and utilization of phosphate by young barley plants. II — The effect of phosphate status and root metabolism on the distribution of absorbed phosphate between roots and shoots. *J. Exp. Bot.* **4**: 136-156.

————————, RUSSELL, E. W. & MARAIS, P. G.

1957 Factors affecting the ability of plants to absorb phosphate from soils. I — The relationship between labile phosphate and absorption. *J. Soil Sci.* **8**: 248-267.

SOKOLOV, A. V.

1955 Determination of the assimilation capacity of soil phosphates and fertilizers with the aid of radioactive isotopes of phosphorus. *Int. Conf. Peaceful Uses of Atomic Energy*, Genève, 1955. Paper **695**.

PUBLICAÇÃO DA
DIRECÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS AGRÍCOLAS
de Informação Agrícola

ÍNDICE DO FASCÍCULO

DANSEREAU, PIERRE — Études macaronésiennes — I. Géographie des Cryptogames Vasculaires 151-181

FREITAS, ALBERTO PALYART DO CARMO E — Frequência de isolamento das raças de *Puccinia recondita* ROB. em trigo, diferenciadas em Portugal de 1952 a 1958 183-190

ALBUQUERQUE, J. PINA MANIQUE E — Linhas mestras da zonagem climática portuguesa 191-205

LIMA, NOÉMIA O. & GRÁCIO, J. T. MACHADO — Influência do fósforo da semente no «valor *L*» 207-227

PARA CORRESPONDÊNCIA E PERMUTA REFERENTES A ESTA REVISTA DIRIGIR-SE A:

LETTERS AND EXCHANGE CONCERNING THIS PERIODICAL TO BE ADDRESSED TO:

POUR LA CORRESPONDANCE ET L'ÉCHANGE CONCERNANT CETTE REVUE S'ADRESSER À

BIBLIOTECA DA ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL

SACAVÉM

PORTUGAL